赵宋光文集

第一卷

北大与燕大深厚的人文底蕴，日耳曼民族理性的思维方式，无可比拟的智慧与情商——一位罕见的学者——赵宋光。

花城出版社

“……有相当渊博的知识，又有不停留在经验层面的深刻的哲学思维能力……给人以重要的启发，推动我们对问题的思考……他的学术研究既有深入的哲学思辨，又有相当浓厚的实证科学的色彩。”

——著名哲学家刘纲纪教授


ISBN 7-5360-3638-8
9 787536 036383 >

(共二卷)定　价:50.00元

赵宋光文集

第一卷

花 城 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

赵宋光文集/赵宋光著．-广州:花城出版社,2001.12
ISBN 7-5360-3638-8

Ⅰ.赵... Ⅱ.赵... Ⅲ.①赵宋光-文集②音乐学-文集 Ⅳ.J6-53

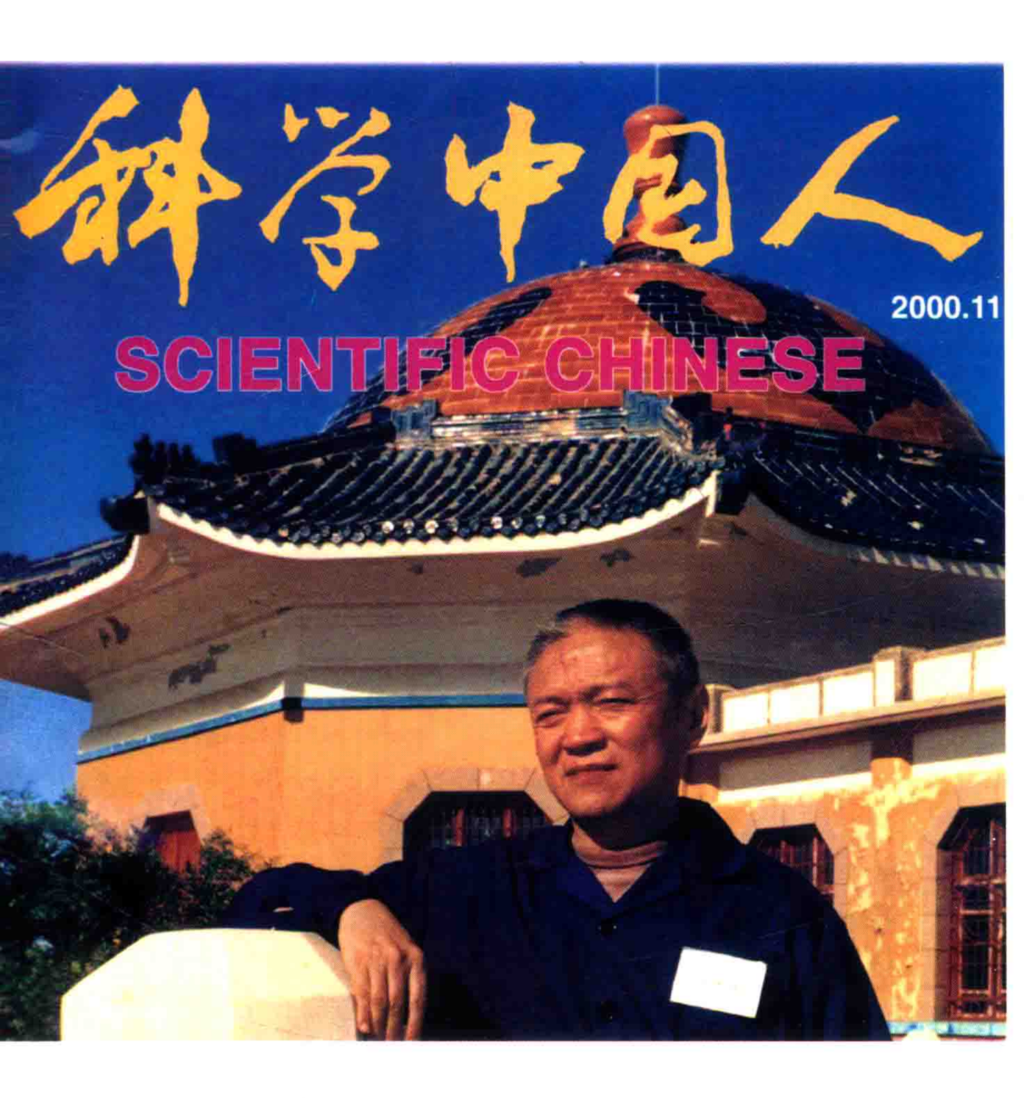
中国版本图书馆CIP数据核字（2001）第068079号

赵宋光文集

赵宋光 著

*

花城出版社出版发行
(广州市环市东路水荫路11号)
广东新华发行集团股份有限公司经销
南海彩印制本厂印刷
(南海市桂城叠南)
850×1168毫米 32开本 26.75印张 4插页 600,000字
2001年12月第1版 2001年12月第1次印刷
印数1—2,000套
ISBN 7-5360-3638-8/J·168
(共二卷) 定价:50.00元



作者像

刘纲纪序

宋光在大学时期，本来读的是北大哲学系，后来接受胡世华先生的建议而转学到燕大音乐系，一年后在院系大调整中并入中央音乐学院，学理论作曲。以后又曾到德国深造。在北大期间，他比泽厚高一班，泽厚比我高两班，所以他们两人都是我的学长。

最近听说宋光的文集将要分卷出版，我很高兴。因为我一向认为宋光写的东西虽然不是很多，但每一篇都写得很精。他的学术研究，不论是对哲学、美学、教育学、音乐学的研究，都是建立在长期深入钻研，独立思考的基础之上的。由于他既有相当渊博的知识，又有不停留在经验层面的深刻的哲学思维能力，因此他提出的种种观点都不同程度地具有某种新意，能给人以重要的启发，推动我们对问题的思考。他还甚为熟悉脑科学、生物学、数学、物理学等各门自然科学的研究成果和新进展，主张用以自然科学为基础的实证的微观研究来充实哲学思辨的宏观概括，反对脱离实证科学研究的空想、玄谈。这使他的学术研究既有深入的哲学思辨，又有相当浓厚的实证科学的色彩。这是他的研究的一大特色，也是一大优点。

在基本的理论出发点上，宋光始终如一，毫不含糊地坚持马克思主义，但他又不把“主义”看成独断的教条，而坚持从各门科学研究取得的成果出发来研究它，阐发它。宋光曾说：“就哲

学的主义而言，我确认自己是属于马克思主义的隐义学派。”按我对他的思想的理解，他的这种说法有两重意思：一是要致力于去除由来已久的对马克思主义实质的各种遮蔽、误解与曲解，二是要对包含在马克思主义之中，随着时代的发展而显现，但尚未得到昭彰的新义予以研究和阐发。不论从宋光所研究的哪个领域来看，我认为他都是一个富于创新精神的学者。从客观存在的事实出发，通过对前人已有理论的批判考察，提出与前人和同时代人相比有独创之处乃至更胜一筹的看法，这就是他几十年来不断努力的目标。

宋光的研究包含哲学、美学、教育学、音乐学、数学、工程学等诸多方面，这些不同的方面在他的思想中又是联为一体的。下面只来简略地说一下在宋光的思想中占有重要地位的美学见解。

我很欣赏由宋光首先提出的“立美”这一概念。这个概念既有充分中国化的味道，同时又说明了“美”并不是一种天生自在的东西，而是由社会的主体的实践活动所建构起来的，或者说，是主体实践创造的产物。我认为这一点对于说明美的本质至关重要。

在中国古代，“立”这一概念含有设置、建立、建树、创立的意思，并被广泛应用于社会生活的各个方面，提出了“立言”、“立功”、“立德”、“立国”、“立政”、“立志”、“立人”、“立业”、“立学”等等概念。虽然还没有明确地提出过“立美”，但已提出了与文学艺术美的创造相关的概念。最明显的，如《乐记》讲到了“立乐之道”，《文心雕龙》讲到了“立文之道”。中国古代美学既认为文学艺术的创造不能脱离自然和社会，但又不把它看作是对自然的“模仿”，而看作是主体的一种创造性的活动，并且强调它的最终目的是为了“立德”、“立人”、“立政”。这是十分宝贵的思想，它能够通向马克思主义实践观点的美学。

在美的本质问题上，宋光认为："美，是自由运用客观规律（真）以保证实现社会目的（善）的中介结构形式。"或者说，"掌握真以实现善，这形式就是美"。熟悉哲学史、美学史的人都容易看出，这一说法与康德把"美"看作是将"真"与"善"联结起来的"中介"或"桥梁"的观点有明显类似之处。既然如此，这还有原创性吗？有。

真正的原创性不是处处和前人的理论"对着干"，也不是卖弄几个新名词，而是对前人理论中一切合理的东西的批判继承与创新发展。按冯友兰先生曾提出过的说法来看，肯定、继承前人理论中合理的东西可以说是"照着讲"，但这"照着讲"同时也就是"接着讲"，因为前人合理的思想已经通过批判的继承而获得了新的发展。中国当代美学的原创性决不表现在简单地拒绝、抛弃西方美学的一切概念，而是在马克思主义的指导下，结合中国的美学传统和中国当代的现实，批判地吸取改造西方美学中各种有合理性的概念，并提出我们自己的新概念。

宋光提出的美的定义的合理性与创造性表现在三个方面。第一，指出"美"是克服解决"真"与"善"矛盾冲突的"中介结构形式"，强调对"美"的寻求不可脱离对客观规律的掌握与保证社会目的的实现，这就不仅把"美"和人类生活的创造密切联系起来，消除了将"美"孤立于"真"、"善"，到"真"、"善"之外去找"美"的各种神秘化的说法，而且使美的创造具有十分现实的依据与意义，不致堕入各种哲学幻想。第二，"美"既然就是上述的"中介结构"，那么研究"美"就是研究这个"中介结构"。这样，对"美"进行实证科学研究的道路就打开了。不仅从哲学上，而且从各门实证科学来研究这个"中介结构"，正是宋光的美学的主要内容和主要贡献所在。第三，宋光认为，这个"中介结构"的生成和发展的基础，不是康德哲学意义上的心理结构，而是在人类社会长期历史发展中积累起来的，以工具的

使用为本质特征的物质生产活动结构，也就是他特别强调的“物质生产的工艺学”所在的领域。这样，宋光就把美学问题的解决放到了马克思主义的实践观点的基础之上。他明确地强调，从人类的宏伟实践出发来认识美的本质、美的存在、美的历史演变，是“马克思主义美学观点的首要特点”。

在这基点上，他又把“中介结构”剖析为“能动侧”与“外化侧”两大相互对应的方面。这很有创造性。我认为比泽厚将结构区分为“外在的即工艺——社会的结构面和内在的即文化——心理的结构面”（见《关于主体性的补充说明》）要更为合理和深入，值得注意研究。宋光对“中介结构”的剖析，既从马克思主义出发，又吸取了皮亚杰发生学认识论的结构构成主义的观点与方法，从而形成了他的美学理念的一个重要特色。

讲到“外化侧”，宋光又严格区分了“物化”与“物态化”两个层面。他认为艺术是审美意识的“物态化”表现，不同于物质生产中与一定的实际效用联系的“物化”。这一看法，我认为是合乎实际的，也是颇为重要的。无论哪个层面，“美”作为“中介结构形式”总是“合规律”与“合目的”的统一，这种统一即是“自由”。而且重要的是，这统一在于“形式”的构成，总是通过建立起合目的形式而达到的，却并不是目的意识所指向的、不问途径是否合乎规律的那个有限内容。在这个意义上，他又把“美”称为“自由的形式”。

宋光很为系统地论证了他所说的“立美”活动和美的本质，同时又非常注意如何在教育中具体应用和贯彻“立美”活动的规律。在教育过程中，他特别强调要将知识的传授从被动接受灌输转变为学生主动思考创造的自由活动。他为此而到北京市育民小学上了五年数学课，作了许多观察、实验。他提出美育的目标是要“培养能自由运用自然规律以高效造福社会的生产者”。宋光给了“立美”以很高的位置。他说：“美的吸引力赋予人生的崭

新境界在于，当美的需要得到满足而带来享受的愉悦时，享受者正在生产，正在创造，正在驾驭自然，正在造福社会。”这是一种非常积极的审美观，它与一切弥漫于所谓“后现代主义”中的悲观主义、虚无主义都是绝缘的。这也正是马克思主义实践观美学固有的本色。从总体的、根本的意义上说，美育就是要使社会的全体成员，如马克思所指出过的那样，“按照美的规律”来进行高效率的生产以创造高品质的社会生活。宋光高度重视教育在当代社会发展中的重要地位，并把它和“立美”的目标联系起来，这也是他的美学思想的一个重要特色，并且具有十分值得重视的实践意义。

宋光的文集就要出版了，我相信这将对美学的探讨产生有益的作用，使一向不愿张扬自己的宋光的美学思想为更多人注意、了解、研究。他嘱我为这文集写一个序，这是义不容辞的。在武汉近 40 度的高温下，我通读了他的部分论文，读得匆忙，是否确切地了解了他的所有观点，也没有充分把握。但我可以很有把握地说，他确实属于“马克思主义的隐义学派”，在对诸多隐义执著探寻的曲折幽径间，他总在不断挺进，不断开拓，不断超越自己。

2001 年 7 月 29 日深夜于武汉大学

童忠良序

如何对赵宋光的学术成果进行“解读”，对我来说，是一个具有科研性质的课题。由于本人的水平有限，这里只能结合自己与宋光同志的某些交往，从“数理、方位与多学科”几个侧面，粗略地谈谈自己的感想与看法。

在我的记忆里，第一次见到宋光同志是在莱比锡。那是1957年春季，我在莱比锡音乐学院学作曲，他在柏林音乐高等学校学音响师课程，其中包括对律学的进一步深造。那时，我对律学不仅是一知半解，而且还持排斥态度，认为律学的“数理逻辑”会影响创作。可见，我们的相逢在学术上是多么陌生。这也说明我和宋光同志的不解之缘，并不是从一开始就结下了的。随着我对音乐与其他学科的密切关系有了进一步的认识，我们在学术上的共同语言才逐渐多起来。

到底“数理逻辑”会不会影响创作？为了解除我的疑虑，莱比锡音乐学院作曲系主任保尔·盛克教授除了专门给我加开律学个别课外，还给我介绍与分析了当代世界音乐大师在这方面的实际情况，诸如勋伯格的十二音体系、欣德米特的音序理论、梅西安的有限移位调式、巴托克的轴心音体系等等，显然，这些著名的现代作曲家，同时也是不同理论体系的创立者。可见，20世纪的现代音乐与19世纪的浪漫主义音乐比较起来，无论是在创作思维方面还是在音乐美学上，都有着迥然不同的特点。

到五十年代末，这位盛克教授应中央音乐学院的邀请来北京讲学，翻译虽由姚锦新教授担任，但在讲律学部分时，却由赵宋光来翻译。盛克教授回到德国后告诉我在中国的情况，并说他在北京和杨荫浏先生作过学术交流，认为像杨先生这样精通中西文化的学者，不仅是中国音乐界的国宝，也是一位了不起的世界级的音乐学家。我1961年回国后，音乐界的老前辈江定仙教授曾对我说，他准备将赵宋光和我一齐推荐给杨荫浏先生，嘱我好好把杨先生的学问学到手。后因种种原因我未能师从杨先生，直到杨荫浏先生的弟子黄翔鹏同志对曾侯乙编钟的乐学数理逻辑作出多项研究成果，我才从翔鹏同志那里间接领悟到杨荫浏先生在学术上的某些真知灼见。自此以后，我与宋光和翔鹏同志就逐渐由一根无形的线连接起来了。这不仅是一根涉及音乐形态学的线，也是一根引向多学科的线。

从1964年上海文化出版社出版的赵宋光专著《论五度相生调式体系》就可看出，书中的立论是以律学为基础的。在阐述这一结构体系的逻辑时，他提出"徵"、"羽"两种调类的基本色彩，并以主音出发生律次数的多少、音律亲缘关系的远近来界定色彩的浓度。我注意到，这里不仅透露出精密的数理逻辑，也隐含着两极对称的方位概念。以后他在音乐形态研究中不少"奇特"的创见，都是沿着这个脉络发展的。

到七十年代初，听说他发明过律吕式键盘，又发明了和声方位图（人们戏称之为"八卦图"）。直到1979年全国和声学学术报告会上，他的参会论文是《关于和声的民族特点问题》，篇幅之长是异乎寻常的。我注意到，论文涉及到和声学原理与和声技法两大课题。在和声学原理方面，他吸收了德国二元和声论"两极对称"观念中的合理内核，与中国古代哲学、美学思想中的"两仪"、"阴阳"观念沟通，提出了以拟泛音结合的法则为"阳仪"，以共泛音结合的法则为"阴仪"的"两仪原理"，这是两极

方位概念的理论升华；在和声技法研究中，他提出了“五度扩展”的思路，从具有基础意义的主环、属环、下属环加以扩展，建立起双环与三环的新概念，使强化功能动力与增强民族特色从彼此隔阂对立转化为彼此交融一致。通过这篇长文，可以对宋光同志的乐学理念获得一个完形——他要把和声的民族特点建立在数理科学的基础之上。那些被年轻一代某些人讥为“天书”的理论论证段落，在我读来觉得仿佛拨开迷雾，直见其人。

音乐形态的研究，如果没有坚实的数理逻辑的功底，是难以进入深层的。而方位布局的图像，又是使有关的数理逻辑获得直观显示的重要手段；或者可以说，方位图像是深层理论的最简明的阐释。这一点，从他的其他有关音乐教学与研究中也可得到证实。如他在和声的书面分析与键盘教学法研究中，创用“和声方位图”，使和声序进的功能运动与连续转调运动获得简练鲜明的图像显示，以此培养和声技法中的概括思维能力，并以此为作曲过程中对和声音响的自由想象与创造性设计提供图像支持等等。

有人翻看了我的《近现代和声的功能网》后，对该书正文中的“功能网图示”和“宫角轴”，以及附录中的“千分八度值”和“卡氏律学标记”，与宋光同志研究和声学理论的手段作过比较，认为我们的研究方法似有某些共同趋势。如：

——重视用律学工具阐明和声学的理论概念；

——尝试用方位布局使抽象概念显现为直观图像；

——力求把音乐作品的实证研究跟概括性的理论概念挂起钩来；

——自觉地把民族特点跟科学原理联结起来；

——致力于使和声旋律语言民族特点的进一步发挥牢固地立在科学性的基点之上。

对于上述的研究方法与手段的某些共同趋势如何看待？不少人认为，这可能是由于我与宋光同志都曾在青年时代浸润于德语

文化的理论思维营养液中，都以那种严谨抽象的逻辑思维程序为自己的治学习惯。我以为这种看法有一定的道理，但也不能绝对化。只要看看黄翔鹏同志的“钟律网”，你就会惊奇地发现，这其中精密的数理逻辑，同样是以纵横交叉的“网状”方位图来概括的。试将黄翔鹏的“钟律网”与赵宋光的“方位图”和我的“功能网”比较一下，就不难看出三者的不谋而合之处。这说明那些深层次的东西，都可能被某种秩序井然的自然法则支配着，都有可能被我们运用数理逻辑的武器从不同的角度加以认识。从理论上讲，音乐作品的艺术性，当然是以感性的亲切性和感情的震撼性取胜的，但既然要创造美的精品，在那显层的感性与感情背后，必定不会没有潜层的理性和逻辑。就宋光同志的研究思路而言，注意到显层和潜层的内在统一，这是他在学术上的重要特点。

作为取得多学科成就的学者，宋光同志的学术成果不可能在一篇短文中说清楚。其中一方面涉及音乐学科，另一方面也与其他的多学科有关。比如他在律学研究方面，提出“宏细观念”的认知方式，引进“相对波长”与“跃进算子”的概念，为“中立音”存在的合理性及其纳入功能理论体系的可能性探得数理依据；又比如在视唱练耳教学法研究中，创立“三轴协变唱名法”，在节奏训练教学法研究中，设计“节奏念声法”，在基本乐理教学法方面，提出“调域”、“宫系域”及其编号，在作曲技法方面，提出“旋律形态结构十二维剖析法”等等；此外，在哲学研究方面，在人类学研究方面，在认知心理学领域，在美学研究中，在天文学研究中，以及在数学教学法等多学科的学术研究中，都取得了不同程度的可喜成果，这确实是非常难能可贵的。

当听说宋光同志要出文集的时候，我就关心：《关于和声的民族特点问题》一文是否可以完整地全文刊印？听到的回答却又是意外的：“那要用作《和谐数论》的附录，文集里还不包括这

篇。”看文集目录，知道包括《关于民族调式和声的一些理论问题》，是他三十多年前发表的扼要提纲。跟这理论提纲相比，他为蒙古族民歌99首所配的多声部伴奏，就显得是沿着这理论轨道走出的很长一段路程了。到了90年代，人们听到99首伴奏那些独具特色的多声部织体音响的多样化风格时，终于领略到这理论轨迹的生命力。

因此，我并不认为文集的出版是宋光同志学术生涯的总结，倒是预感到，这是更大理论迈步的前奏。让年轻一辈细细咀嚼这前奏而拭目以待吧！

罗小平序

学生为老师、晚辈为长者作序，虽算不上空前绝后，至少也是极为罕见的。当赵先生让我亦加入作序者行列时，我的心情说不上是受宠若惊、惟恐折福，还是感到心有余而力不足，难当此任。考虑到恩师之命难违，赵先生的想法常常出人意料，又在情理之中。于是试着写出与先生相处近二十年所获得的印象。

先生的博学多才不仅在音乐界，即使在社科界也是少有的。我自小生长在书香之家，对父亲的杂家兴趣，爱书如命的读书嗜好，对与父亲来往的世叔伯的见识与才学，都有所闻有所见。就读中山大学研究生和进入音乐学界以后，也接触到不少在学术界影响卓著的前辈和同行的精英。可是能像赵先生这样跨越社会科学与自然科学两大领域，研究涉及哲学、美学、教育学、人类学、心理学、数学、天文、水利和音乐学中和声学、律学、音乐美学、音乐形态学、音乐教育学等十几个学科的学者，本人尚无缘遇到第二个。这种百科全书式的知识架构，让我们这些后辈形成一种共识：有问题找赵先生。几乎把他当成中外大辞典。

更难得的是，知识网络的建立不只是供人查阅的网站，他在打通多学科的联系、整合中外研究成果的基础上的创新意识与成果，真令人拍案叫绝。他在哲学的领域，就哲学体系的建设思路，提出“领域的体系”建设目标，要求确认稳定的领域作为百家争鸣的舞台，使哲学思维得以凝聚。这领域包括：自然本体

论、人类本质论、认识论、驾驭论、价值论。以领域的体系代替主义的体系，为哲学的学科发展增强了活力，开创了新的天地。

在人类学领域，赵先生通过人类起源问题的研究，就人类本质结构的问题，提出从猿到人过渡的两层面动力：在物质层面，有实践前提，是手作为使用工具专职器官的形成，从使用天然物为工具进化为制造工具、使用所创造的工具；在精神层面，有交往前提，是人类超生物经验内涵转化为语言，并用于群体的交往、经验的概括，成为群体共有的自觉意识的萌芽。

在认知心理学领域，他发展了“发生认识论”思想，提出“理性认识器官从无到有构建生成”的人类个体发育规律，并指出发育必定遵循对象化活动与纵深内化构建互为条件的双向进展发育机制。由此出发，创建了“综合构建教学法”，对儿童智力的开发取得了显著的效果。

在美学领域，他提出“立美”概念，意在突破欧洲把美学界定为审美学、感性学的近代传统框架，坚持马克思的主张，把美学建立在人类物质生产实践的基础上，并从中分化派生出“审美意识对象化”的艺术创作立美实践概念。他提出了人类超生物个体的“两层两侧四方关系”的结构原则。认为“艺术美非美学的中心”，美丑的存在始于实践层，工艺学的美学与经济学的美学才是科学的美学体系的基础部分。他在论著中，确定了“美”“丑”的定义，详述了审美意识对象化的发生、特性，并对超功利、无概念、自然美、宣泄等争论已久的美学问题谈出自己的新见解。

他在音乐美学领域提出内容与形式关系的“比拟说”，不点名地批评了克列姆辽夫的音乐反映现实音响的模拟论，明确提出音响手段与反映对象的关系是以情感为中介的比拟关系。这一观点被同行专家称为当时“真正达到了美学高度的专论”，“成为中国音乐美学从引进、学习、应用到独立思考并有所超越的一个标

志”。他就音乐美学学科建设，提出了音乐社会学与音乐工艺学的统一，反对欧洲把音乐科学与技术理论割裂的传统。他在该领域，还提出了音乐存在作为“审美意识对象化活动”的“音响——听觉”特殊门类，其流程可概括为一个小循环——始端区、一、二、三度创作、终端区五个环节，从小循环又与人类实践的大循环首尾相接。

在音乐教育的研究中，他提出了“生产力见地上的音乐教育观”的见解。强调社会物质生产力的核心因素是劳动者的创造性活动，音乐对培养这种创造性有重要作用。音乐实践是社会精神生产力之一，实践能力的培养应遵循生产力发展的规律。音乐人才的培养过程是教育生产力的活动，既要符合音乐各学科的结构逻辑，又要符合受教育者成长的规律性。他一直关注国民音乐教育中的素质提高问题，撰文提出中华各少数民族的音乐舞蹈是中国古代乐教素材的当代遗存，应纳入国民音乐教育的课程体系中，使民族神韵得以长存。并与同道者共同倡议选定若干个“音乐文化保护区”扎根办学，使具有民族特色的音乐文化生态得以保护，世代传承。

他在民族音乐研究领域提出“五度相生调式体系”。在阐述这一体系的结构逻辑时，提出“徵”“羽”两类基本色彩概念，并以自主音出发生律次数的多少、音律亲缘关系的远近来界定色彩的浓淡。他为《蒙古族民歌精选 99 首》写作的钢琴伴奏，集中地体现了这种理论的特色。

他在和声学领域设计出“和声方位图”，使调性关系与转调过程以更直观的形式、更清晰的逻辑性呈现。他还提出了半升半降音可按自然数理纳入功能体系。提出了“两仪原理：阳仪—拟泛音结合的法则，阴仪—共泛音结合的法则”与主环、属环、下属环概念，并由此扩展建立双环、三环概念。在功能范畴上提出重下属、三重下属概念。

在音乐形态学领域，他倡议建设旋律学，把它与欧洲传统作曲专业课程的四大件并列成为作曲理论五大件之首。同时提出旋律结构的“12维度”理论框架，以及当前旋律学研究的多种思路。为国内旋律学的学科建设作出重要的贡献。

他在律学领域中，提出了“宏细观念”这一认知方式，指出这一概念在中外律学方法中，古已有之，当代应由振动周期、相对波长概念承续守护。其理论价值在于扭转欧洲近代物理学所习用的频率概念对音律和谐理论研究的误导，为建立和谐数理科学开路。在该领域，他还提出“跃迁说”，并以此论证，3/4音音程出现于调式结构之内有其自然依据。

他在视唱练耳领域，发明了“三轴协变唱名法”，强调在音程关系改变时，应改变唱名连缀所形成的词汇，用变唱名以扩大唱名词汇。这一创举可调解半世纪来“固定、首调矛盾”的教学法争议。同时，他还发明了“节奏念声法”，运用按定则设置的词汇，对节奏型的多样性格给予鲜明生动的描述，使之便于模仿，容易记忆。

在基础乐理领域，他提出了调域、宫系域、调域编号、宫系域号、唱名词编号等概念。意在简化有关五声、七声音阶概念等繁杂理论。

在教育学领域，赵先生主持了与上述研究相关的国家教委级重点科研课题“综合构建教育新体系的研究与实验”，并于1993年5月通过专家组鉴定。专家们认为：“该项研究的理论构思和设计思想是建立在当今国内外哲学、教育学、心理学、美学等学科前沿的研究成果基础上，结合我国基础教育的实际，提出了受教育者主体自我构建的教育思想……这一思想具有创造性和合理性，有些观点孕育着教育理论重大突破的可能性，尤其是对改变长期以来不重视研究对象的现象，具有重要的推动作用。”专家组还认为“该体系教学法解决了高难内容的幼儿化、游戏化、操

作化问题，从根本上改革幼儿教育，为建立 21 世纪的教育模式提供了蓝本”。这一以“操作领先，言语镶嵌”为教学原则的教学成果，在北京、上海、天津、广州等地幼儿园实验，获得积极成效，受到行内专家与媒体相当大的重视。

在中小学数学教学法中，他发明“四方阵”，用以简化应用题审题过程，使乘除与比例沟通融合，使比例入门可下放到小学低年级，使三角函数概念与物理化学诸多概念及其运算方法的教学大为简化。同时，还提出“质因积”记数体制概念，将其用作众多数学概念相互转换的中转站，使整数乘除与分数乘除有可能取得相同形式并大大减轻脑力负担，使分数乘除与十底幂及其乘除的教学有可能下放到小学低年级。以上设计于 1978 年——1983 年在北京市育民小学实验班教学中试用，效果很好。

从青年时代起就产生的黄河情结，驱使他非常关注黄河的改造。他写下了系列文章对黄河河套治理提出方案与措施。他有关“黄河河道双主槽结构”的设计思想，刊登在《科学中国人》杂志上，受到行内专家的重视。该论文被“中国发展西部经济文化研究丛书编委会”评为 2001 年优秀论文特等奖。为迎接航天时代的到来，他针对现时科普读物存在的问题，写下系列天文学的普及文章，以“天球十八视域”等直观的图像设计方案为天球全域整体详图观念的确立提供简明的球面几何学框架，又为天文知识的积累提供简便的逻辑框架。在此系列化视域中，古往今来世界各民族、历史各时期相同星体的不同称谓之对应关系得到清晰梳理，中西的相关研究亦获得整合。

先生的博古通今、上天入地的见闻，让人佩服。天马行空、独立不羁，超越时空、纵横东西的创造力让人惊叹。先生的复合思维方式，敏捷的反应、严密的判断，把握事物本质的直觉与把握客体结构的统摄力令人羡慕。具有这等才学，却仍然虚怀若谷、平易近人，这种品格则令人敬重敬仰了。先生就任院长时，

我等小辈可以在他面前直抒己见、实话实说，对他的大作人们也敢于说东道西。他对大家的批评建议，还能从善如流。音协主席卸任后，回到研究所，他以普通一兵的姿态参加所里的一切活动，比年轻老师还遵守纪律、服从分配。

他的多元智能的均衡，成功智力与情商、抗逆境商数的高水平协调，使他具有驾驭航船驶向自由彼岸的能力。中华民族文化的深厚底蕴与人文关注，德国科学文化的思维方式与终极关怀，草原文化的情致与心态，使赵先生形成了理性与直观结合的表述方式，博学多才、挥洒自如的杂家风格，大学问家的手笔与气度。他毕生的研究都以马克思的人类学本体论为基础，都与中华民族的振兴、人类发展的总体目标相关。他论证美育的功能，强调美作为真与善的中介，他提出综合构建教育体系，走进中小学的课堂，在幼儿园的实验基地默默耕耘，都是为了提高民族的全面素质，加速国民教育的发展。他在音乐理论研究上的诸多创见，亦是为了让中国的音乐人才站在中西整合的制高点上，展翅高飞。几十年来，他为黄河与草原的敌对性生态关系忧心如焚，痛感不解决此矛盾愧为中华民族的子孙。他在《黄河×草原：心底的情结》一文中就谈到：黄河和草原“从那时以来，他们没有离开过我。他们的呼唤，他们的叩问，引导着我对人生的探索。”他多次到内蒙考察，参加学术活动，从草原文化中，他感受到人与自然和谐相处，领悟到草原文化与农耕文化的交融对中华民族文明建设发展的意义，观照到以高新技术建立的人与自然相谐的生态社会的美好前景，体会到草原音乐文化在现代乐教中的价值。

想当初，赵先生被迫退党18年，于1979年才恢复党籍。在屡受挫折的人生中，他仍能持有追求真理的赤子之心，对党的感情始终不渝。那种任凭风吹浪打，胜似闲庭信步的心态，宠辱不惊、浮沉自若的心境，展现了审美人生、创造人生的境界。我发

现，他才是名符其实的马克思主义者与共产党员，他才是当之无愧的先进知识分子。

2001 年 8 月

目　　录

刘纲纪序 …………………………………………………… (1)
童忠良序 …………………………………………………… (7)
罗小平序 …………………………………………………… (13)

哲学领域

美学抒怀 …………………………………………………… (3)
论从猿到人的过渡期 ……………………………………… (4)
世界观的科学性与诗意不可以并存共鸣吗？ …………… (20)
让哲学思维在领域的体系中熔炼凝聚 …………………… (28)
从感性认识向理性认识飞跃的奥秘 ……………………… (49)
草原音乐文化的哲理启示 ………………………………… (57)
美学原理受人类学本体论洗礼之后 ……………………… (63)
歌德的自然观与认识论思想……………………………… (143)
黄河×草原：心底的情结………………………………… (153)
关于审美文化的跨文化交融……………………………… (163)

教育学领域

论美育的功能……………………………………………… (167)
新时期美育展望…………………………………………… (206)

从未来教育工程谈课内实践环节……………………………（210）
《综合构建幼儿数学》的教学原则 ………………………（234）
创造教育的心理学剖析………………………………………（241）

自然科学领域

黄河河套双主槽绿化工程刍议………………………………（259）
三门峡库区暨小北干流河道治理的一体化构思……………（277）
理解“黄道”概念的难点所在………………………………（286）
天球坐标系的整合……………………………………………（292）
天球十八视域…………………………………………………（306）
中学物理化学传统教材学科逻辑结构中的问题及
　其现代化改造………………………………………………（318）
综合构建法数学教学体制概述………………………………（330）
发挥四方阵与质因积的学习心理优势，启动基础
　数学教育的深度更新………………………………………（354）
全整勾股数一览表的编制方法………………………………（371）
图案式筛表与烁轨定理………………………………………（377）

哲学领域

美 学 抒 怀

欧美学者对于“美学热”在当代中国的高温持续颇难理解，大概是由于这个学科名称在欧美语言中是同“感性”、“愉快”相关，而在汉语中却是同“美好”、“幸福”联系在一起的。近百年血雨腥风岁月中可歌可泣的伟绩体现了对幸福的真挚追求，神圣战争凯旋昭示过幸福的曙光，然而狂热的格斗却将意志诱拐到远离美的规范而招致普遍的沮丧。幻灭，惊梦，回顾，沉思，发现几千年经济政治制度的僵死腐败所分泌的毒素在几亿人口的民族繁衍过程中一代复一代地内化为心理素质中的病毒。面对这残酷的事实，冷漠的嘲讽难道又会比狂热的横扫更有益于民族自救吗？两难的疑虑，正是美的追求必然高温持续的深层背景。与此遥相映照，欧美各国在经济、政治、科学、技术领域里大幅度更新之后，苦于弥漫工业文明诸多角落的人性异化而返身向人类学、社会学、心理学探寻自我拯救的方略。在翱翔的疲惫中寻觅栖息地的鲲鹏，将在何处发现伊甸的甘泉？或许这也正是泥泞中的丑小鸭在腾飞之前必须饱饮的乳露？继承先哲的语言来概括这甘泉乳露的本质属性，那就是——美。人性结构的美，是人类学、社会学和心理学的当前热衷探讨所努力挖掘的，也是经济学和教育学的未来结构模式赖以奠基和致力塑造的。东西方文明的撞击，人类与自然的对抗，将在美的结构里消解，转化为和谐的交响，回荡于未来。

论从猿到人的过渡期

在讨论人猿分界时，常设想有一条分界线，但正如，不论用什么样的笔尖划下一条界线，放到显微镜下就能看出它是一条有宽度的带子，在辩证自然观下，人猿的分界也应当理解为“界河”：从猿到人的转变有一个过渡期[1]。过渡期的开始可称为“始渡线”，结束称为“终渡线”。发掘资料告诉我们，从猿到人的始渡线当在上新世，终渡线在更新世，两者相隔几百万年。虽然始渡线和终渡线都不是一刀齐的，几个不同的种或亚种的大量个体的越线不免参差不齐，但是，毕竟可以在理论上确定这两条线的含义：作为使用工具的器官的手的形成，是越过始渡线的标志，用工具以制造工具的活动的出现，是越过终渡线的标志。始渡之前，非人乃猿，是“似人的猿”；终渡之后，是人非猿，是“完全的人”；在过渡期，亦人亦猿，是“形成中的人”。

越过始渡线，是部分质变，过渡期还有别的部分质变（例如语言的萌芽）；越过终渡线是根本性的质变，是从生物界到社会性族类飞跃的完成。无论是部分质变，还是根本性的质变，都是

① 把分界线理解为“界河”，在进化理论中有方法论的普遍意义。例如在脊椎动物范围内，从鱼类过渡到两栖类，从两栖类过渡到爬行类，从爬行类过渡到鸟类（为一支），到哺乳类（为另一支），都有一个过渡期。猿与人之间的分界和那些分界的不同在于，它是从生物界过渡到社会性族类的界河，在重要性上是那些界河所不能相比的。

族类生活活动内部同时并存的旧质与新质互相较量的结果，是新质经过长期增长和不断斗争压倒旧质的结果。历次质变有各自独特的具体规定性，需要分别加以讨论。

一

前肢演化为手——使用工具的专门化器官，是从猿到人的第一次部分质变，这个演化过程的完成就是过渡期的开始。尽管在根据化石进行分析时，可以参照直立姿势的形成以作手形成的旁证，因为手形成的同时必定伴有直立姿势的形成，前肢把物件当作工具来使用的活动经常化，会同时产生出这两个结果（手的形成与直立姿势的形成）；但在理论上，这质变的重点应在手的形成，过渡到人的演化过程的要点在于使用工具的活动的不断发展。

手的形成又是什么意思呢？当然，在形态上，手有其区别于非手前肢的特征：大拇指长而有力，与另外四指相对峙，腕能够灵活地转动……但是，形态变化是功能变化的结果，所以在理论上必须从功能的角度确定手的特征，那就是：在它的种种样式的活动中，使用工具的活动占优势。由此也就能看出前肢演化为手这一质变的量变条件。类人猿（非人乃猿）的前肢已有不同于后肢的功能、形态和活动，在这些活动中，有攀援、臂行、摘取和握住食物、筑巢、使用工具和武器（包括用棒击打、刺扎、挖掘，用块投掷，用片切割，用条拴系等等）。这些同时并存的活动样式中，使用工具这一项是超出生物水平的新质的活动，其余各项（除了筑巢中包含使用工具的因素）都是旧质的活动；新质起初只是少量存在，以后由于它在生存斗争中的优越作用而逐渐增长，特别当生存条件发生急剧变化的关头（森林减少，不得不

以地面生活为主)，它的优越作用使它大大发展起来，成为前肢活动中占优势的活动样式，前肢就因而成为以使用工具为主要职能的器官——手。简言之，前肢活动诸样式的量变——旧质（攀援、臂行、取食等）在量上由优势降为劣势，新质（使用工具）在量上由劣势升为优势——引起前肢在功能、形态上的质变——变成手。

猿的前肢演变为“形成中的人”的手这件事本身就是“劳动”的结果，在这一含义下的“劳动”，既然是在手形成之前，作为促使猿的前肢演变为手的推动力而存在，那当然不能设想是人的手所进行的劳动，而只能是指：把自然存在的棒条块片当作工具来使用以满足生存需要的活动，当时这活动还仅仅作为猿的前肢活动诸样式之一而存在[①]。在“似人的猿”（非人乃猿）的前肢活动诸样式中，有着使用工具这种样式，这是无可否认的事实；承认这事实，是否会模糊了手与非手前肢的区别，模糊了猿与“形成中的人”的分界线（始渡线）呢？不会。猿的前肢与“形成中的人”的手的质的区别，正在于活动诸样式中新质与旧质在量上的优劣势在猿与“形成中的人”是相反的，这优劣势的矛盾转化，就是前肢到手的质变，也就是从猿到“形成中的人”的质变。

---

① “劳动”一词的总含义是“使用工具的活动”，这活动贯串于从猿到人转变的全过程，是全过程的总动力。而在不同的阶段，它的水平和具体含义就必然是不同的，至少可以指出这样四个水平的含义：1. 在手（作为使用工具的专门化器官）形成之前，猿以前肢运用自然存在的棒条块片为工具所进行的活动，2. 在手形成之后，“形成中的人”以手运用这些自然物为工具所进行的、用以直接满足生活需要的活动，3. 在过渡期将结束时以及在过渡期结束后相当长的一段时间里，手运用自然物为工具来制造工具的活动，4. 出现了人所制造的工具之后，完全的人使用这样的工具所进行的活动，其中包括用以直接满足生活需要的活动（生活资料的生产）和用以制造工具的活动（生产资料的生产）。

二

手的形成，在形成中的人的存在和意识两方面所引起的重大变化，应予剖析，方能看出劳动所以能创造人的根本原因。

前肢演化为手，是事情的一个方面，另一方面是，大量的天然物被使用成为工具。后一方面，古猿与古人类的研究者往往不注意，因为这事发生在生物个体以外，而且孤立地看来也看不出这些天然物经受了什么改造。但对人类起源的研究如果要不被生物学化，那末后一方面就是不可忽视的。马克思主义认为，工具是人类肢体的“延长”，是他的“非有机的躯体”，是“他的活动的器官”[1]。经常化的使用工具的活动把大量天然物件用作工具，这些物件就成为他的天生肢体以外的肢体，它们突破了原有肢体为遗传所决定的生物局限性，例如，锋利的石椎能赛过利齿，挥舞粗硬的木棒能赛过强爪硬角迎击敌手，扔出去的石块能赛过飞奔的腿追逐猎物……它们客观上就已成为这族类的“超生物的肢体”。形成中的人走出生物界，并不是开始于他的意识方面，而是开始于他的存在方面：在过渡期之初，尽管这个族类的脑量并没有超过猿，但由于他已具有一双以使用工具为专门职能的手，将大量不同质料、不同形状的自然物件，以多种多样的使用方式，化为他的“超生物肢体”，因而，这个族类的肢体存在已经是超生物的了。然而，天然物之所以能化为这个族类的超生物肢体，全是由于这族类有一副专门使用它们的器官，它们的“超生物性”依存于这个器官。尽管手这个器官及其功能是发展来的，手把捉天然物用作工具以满足生存需要这活动的出现是本能的，因而，从手仅仅同天然物相结合这一形式来看，这种活动是“动

① 见《资本论》第一卷第193页，《经济学-哲学手稿》第57页。

物似的本能的劳动形态”，但是，只要手同工具（哪怕是天然物）相结合的活动在客观上一出现，那末这活动所建立起来的内容，无论从在外界造成的因果链来看，还是从在体内形成的神经联系来看，就都是超生物的了。向人过渡着的这个族类的身体各部分逐渐走出生物界，陆续成长为人类化的器官，正是从手这器官开始的。

在理论上必须明确这样一对矛盾的相互作用：使用工具的肢体为矛盾的一方，被使用为工具的物件为矛盾的另一方，大量的使用活动使双方的相互作用在量上不断积累，结果，双方都出现了新质：使用工具的肢体这一方演变为手，被使用为工具的物件那一方演变为这族类的“非天生的肢体”。正如任何事物的本质是由它自己的特殊矛盾构成的，区别于其他动物，人这个族类本质由许多对内部矛盾构成，从人类起源的历史顺序来看，第一对就是手与工具的矛盾，不应当把工具（哪怕它暂时还未改变其天然的形状）看作这个族类的本质矛盾之外的东西，它们应是属于族类结构内部的质料。手与工具的相互联结与相互依存，从起源看，正是这个族类的内部结构的第一种结纽，双方通过这结纽持续地相互作用——相互改造，相互促进。

使用工具活动的经常化，在这族类的意识方面引起了什么样的演变呢？

大量的、多种多样的使用工具的活动所造成的因果链的广度和深度，是生物界所未有的。不错，高等动物的肢体活动（作为因）引起周围某些东西的变化（作为果），这样的因果链在生物界早已有了，但是，兽类任何一种能作用于环境的器官（例如爪、牙、蹄、角）都局限于生物遗传所决定的性状，每一种器官所能造成的因果链都极为狭隘，而每一种兽身上这类器官的数目又是有限的。手运用下的工具就大不相同了，材料很多（石、木、藤、泥、硬的软的、重的轻的、干的湿的……），形状很多

(棒、条、块、片、长的短的、尖的圆的、直的弯的、厚的薄的、有刃的、带钩的、分叉的……)，运用的样态很多（挥、扔、敲、划、捅、掘、缠……）；手可以以无数的取具方案和运用动作（作为因）使各种各样形状、材料的工具以各种可能的样态活动起来（作为中介）造成周围事物愈益广阔而深刻的变化（作为果）。这样广而深的因果链，就不是生物界所可能有的了，只有形成中的人（具备手和工具这一对超生物肢体的族类）才能造成它们。这样深广的因果链反映在族类的主观方面，就形成“超生物的经验”。这经验的具体内容有：手的技能，对工具性能的感知，对工具活动所引起的种种事物变化的感知，对手的动作式样（作为因）与工具的活动样态（作为果）之间因果联系的感知，对工具的形状、材料、活动样态（作为因）与所引起的种种事物变化（作为果）之间因果联系的感知。

对“超生物经验”的运用，引起一种崭新的心理过程。手的技能，无论在工具的择取方面还是其运用动作方面，都有许许多多方案可供选择，在生存斗争中，形成中的人必须根据所遇到的具体课题的不同情况选出不同的方案来运用。这一选择的心理过程，是不同于因果链的直接感知和事后回忆的。在感知和回忆中，“果”是继“因”之后出现的，至多由于间隔时间极短而显得同时出现，决不可能先于“因”而出现；选择方案的心理过程却相反，不是从因到果，而是从果到因：生存斗争中所遇到的课题应呈现什么样的状况才算得到解决（例如，块根要到手，麋鹿应倒地）是作为预想中的“果”先呈现在意识中的，然后进一步依据以往积累的经验，从“果”追溯到可能造成这“果”的种种不同的“因”，也就是追溯到手的技能中种种不同的取具方案和运用动作（例如，取尖石挖，取尖棍撬，取石片刨；取大石投，取长棒打，取藤条抽），这是一种“由果溯因”的心理过程。固

然，不能说兽类没有由果溯因的心理过程，但既然兽类的每种器官所联系的因果链极为狭隘，这过程就跟条件反射没有区别，甚至表现为无条件反射（本能），可是在运用“超生物经验”的过程中，由于使用工具造成的因果链是既深广又错综的，同一“果”可以通过无数的“中介”追溯到无数的“因”，由果溯因的联想就遇到了多岔路口，多岔路不可能同时走，手不可能同时拿起许多工具做出许多运用动作，不得不有所选择，这就突破了条件反射的水平①。当然，不难想象，在“形成中的人”那里，这样的选择是离不开实际动作的，这个心理过程是同动作尝试相伴随而进行的，他从以往所积累的技能中，就当下的时间、地点、条件所允许的若干，一一加以尝试，最后选定成功的方案。这样一种形式的、以解决课题为目的而选择中介的心理过程，用儿童心理学的术语来说，叫做“动作中的思维”。

“超生物的经验”（在经常化的使用工具活动中积累起来的技能和感知）和“动作中的思维”（伴以动作而选择使用工具活动方案的心理过程）的出现，表明形成中的人经过过渡期的最初阶

① 巴甫洛夫想用第一、第二信号系统来说明动物的信号与人的符号的区别，却没有能说明造成这种区别的根本原因。他说过“词属于第二信号系统”，但同样的词对于懂话的家畜却仅仅是属于第一信号系统的信号，可见物质外壳的形式不能说明第二信号系统区别于第一信号系统的本质。他又说过“词是信号的信号”，但是在高等兽类那里也能建立第二级、第三级条件反射，这种多级条件反射的信号同样是“信号的信号”，所以信号的多级也不能说明第二信号系统的本质特征。事实上，虽然词的外壳与词的含义之间的神经联系机制，跟条件反射中的神经联系机制是相同的，但是在有关词义的心理活动内容中却有着超出条件反射水平的素质：1. 建立词义的前提是从事物中抽取某种属性的心智功能，这种心智功能是在使用工具的活动（超生物活动）中发生发展起来的；2. 运用语词的前提是对词义的自由选择，这种超乎条件反射的自由选择能力，是由选择中介的活动所准备的。一味强调条件反射的巴甫洛夫学派，忽视了这些事实。

段，大脑活动[1] 中开始有了水平高于猿脑的新质。

把存在和意识两方面的演变综合起来，可以发现，工具对于形成中的人开始有了新的意义：在族类的生存斗争中，工具成为需要，这是“超生物的需要”。形成中的人本有生物性的本能需要（例如食物，适宜的温度，免除危险等），起初，在他使用工具以满足生存需要的斗争中，本能需要的对象是他的“目的物”，使用工具的活动是达到这些目的的“手段（中介）”；但当这样的活动在他生存斗争中占优势以后，事情就变成：不通过某种“中介”，他就无从获得那些“目的物”，他的本能需要就无法得到满足，为了满足本能需要，他首先需要有“中介”，在上述“动作中的思维”过程中，他所探寻的就是这样的“中介”——可能拿到的工具和相应的运用动作；对于一个双手已有一定技能的族类，所需要的就是工具[2]，于是，工具成了“目的物”，这是“超生物的目的物”。经过过渡期的最初阶段，大量自然物件已经作为形成中的人的“超生物目的物”而存在了。

三

族类的演变，不能只从个体与自然界的关系来看，还要从群体相互间的关系来看。猿类本是合群的，那就是说，不仅成群地

---

① 在动物身上，大脑前叶的部分皮层是与运用过去经验解决目前问题的能力有关的。对人的大脑前叶功能的研究已表明，这个部位相当面积受损伤后，尽管智力的一般水平没有受损，但缺少深思熟虑的能力。

② “工具保存下来，而直接的享受却是暂时的，并会被遗忘的。人因自己的工具而具有支配外部自然界的力量……”（《黑格尔“逻辑学”》——列宁《哲学笔记》第175页）

生活，而且彼此是爱好交友的[1]，群体内部本来就有传达信号，信号的形式是多样的，有呼叫、肢体的姿势、面部表情等等。在人类起源问题的科学研究中，必须首先指出那不是语言，它们同语言有质的区别，然后才来讨论前者到后者的质变。这一质变过程的剖析，就是要明确这样一对矛盾的相互作用：族类个体各自的使用工具的活动为矛盾的一方，族类群体相互间的传达信号为矛盾的另一方，群体内部经久大量的传达活动，使双方的相互作用在量上不断积累，结果，双方都出现了新质。

成群的猿在一起生活时，各个体的肢体活动跟群体间的传达活动是交织在一起的，这些传达信号的含义本来就不是发出信号的个体从主观上赋予的，而是它在客观上形成的：这一个体所发的信号（或呼喊、或挥臂、或颤抖、或嬉笑、或怒视）不过是他对环境事件的本能反应，那一个体听到或看到这些信号而作出相应或相对的动作，也不过是对前者（在环境事件作用下作出反应这件事）的本能反应，这就是禽兽传达过程的始末，而所谓“含义”就在于特定的环境事件与特定的本能反应之间客观上的连锁关系。形成中的人几十个成一群在一起生活时，各个体的使用工具活动跟群体间的传达活动也同样是交织在一起的，这些传达信号在它们可能同超生物肢体活动建立起联系的范围内和程度上，也必然在客观上形成超生物的新含义。使用工具的活动本来就离不开手的动作，由于猿类有特别发达的模仿本能，在成年个体与幼年个体之间“示范－模仿”关系持续存在的背景下，手的动作就最先在较大范围内和较深程度上客观地成为使用工具活动的传

① 德语中的“好合群的”“好交友的”一词 gesellig，在《劳动在从猿到人转变过程中的作用》的中译文中，被译作“社会化的”。于是引起一些疑难和讨论：既然猿是“社会化”的动物，那末人的社会性还是不是区别于猿的特有本质呢？人的社会性和猿的“社会化”究竟是什么关系呢？它们的界限在哪里？关于“社会性”，本文第四节将讨论，这里先把这句话的译文说明一下。

达信号，不同的手势能表示不同的取具方案和运用动作（作为信号的新含义）。手的动作，本是在使用工具的活动中形成的，现在又担负了传达取具方案和运用动作（这传达内容中，陈述和命令还不分）的符号职能，在它作为符号的情况下，却可以简略化和定型化，这样的动作就从使用工具的实际活动中分化出来，成为“手势语”。尽管含义简陋的手势语由于用手势作语言的物质外壳是太笨重了，没有发展前途，尽管手势语并没有独立性，它的缺陷和弱点要求有声信号来补充，但在过渡期的前期，因为形成中的人从猿类祖先继承下来的喉管和口部器官是不发达的，比手落后得多，所以“手势语”的发展曾经遥遥领先。使用工具活动的范围越扩大，群体使用工具活动中的协作越发展，需要传达的超生物经验就越增长，手势语要求有声信号来补充的情况也就越频繁，这种需要促使言语器官在形成中的人身上慢慢地然而确定不移地发达起来，能发出一个个互相区别的音节，伴随着手势语一起，参与对超生物经验的传达。由于特定的音节组与特定的手势样式相伴出现，这些音节组就能分别表示超生物经验中的不同内容[①]。同手势语的大量样式相比，能表达超生物经验内容的音节最初是很少的，但它的优点一下子就显示出来了：作为语言的物质外壳，音节比手势轻便得多；不同的音节组合在样式方面的相互区别比不同的手势样式更清楚，有助于区别因果链的不同

① 音节在最初大概只能表示不同的动作（手的技能），以后才进而表示其他方面（工具等）。根据儿童心理学的研究，八个多月的幼儿仅仅对于同成人的一定动作相伴随的音节组（例如成人伸出手来的同时说“伸出手来”）能领会，在动作的“示范－模仿”和音节的“说出－听到”多次重复地同时进行以后，幼儿单听到音节就能做出动作；但在音节涉及对象（例如“妈妈”、“灯”、“铃铛”）时，条件反射是不成功的，成人在幼儿眼前一边指着或出示某一对象一边说出某组音节，多次反复后，单说出音节不能使幼儿朝向这个对象。

环节（手的动作、所用的工具、工具的属性、活动造成的事件）[①]。这些优点使它能逐渐从同手势语并用中分离出来，成为独立的有声符号。在“形成中的人”的有声信号中，传达了超生物经验内容的音节（有声符号）是新质，而原来固有的本能性有声信号则是旧质，在过渡期的前半段，新质在总量中只占劣势，当新质在量上由劣势转为优势而旧质相对地降为劣势时，有声信号就演化成萌芽状态的原始语言。

同使用工具活动相交织的传达活动使传达信号的有声部分演化成原始语言的萌芽，是事情的一个方面，另一方面是，被传达的超生物经验则演化成概括性自觉意识的萌芽。任何词都是在概括，这并不是某个说出词的个体从主观上赋予的，而是它在传达中客观上形成的：在每一个个体那里的超生物经验都带有各人具体情况的具体特点，传达信号将具体经验在各个体之间联结起来，同一个词，在这个个体说出来时是同这个个体自己的具体经验中的某个（或某些）环节联系着的，在那个个体听到时则是同那个个体自己的具体经验中的相应环节联系着，词所传达的，就只可能是众人的具体的超生物经验环节中共同的、一般的东西。传达信号的物质外壳（词的音节）好比是从具体的经验环节里抽取一般性东西的唧筒，容纳在这外壳中的是概括化了的经验环节，这些环节互相联结所构成的总和，就是概括性的意识。每个个体只要参与传达，在客观上就把自己具体的超生物经验中一般性的东西注入群体的概括性意识之中使其壮大一分；并且只要运用言语活动，每个个体都可以唤出群体的概括性意识里同说出的语句结构相对应的部分；而当任何个体参与言语活动或将它默默

① 当时不可能把所有的环节都互相区别，不少环节还往往混在一起，因而，一个或一组音节构成的词所表达的意思可以相当于现代语言中的一个句子，这样的词在语言学中称为“句子词”（Sentence - word）。

地进行时，在他头脑中就出现了概括性意识活动的萌芽。这种萌芽状态的概括性意识，“概括性”指的是它在形式方面有语词把具体经验概括化了，而它的内容则是超生物的经验；由于超生物经验所涉及的是族类自己的超生物肢体的各部分（手与各种工具）、各活动样态及其对环境的作用，所以，以超生物经验环节为内容的意识是族类自己对自己的意识。换句话说，这概括性意识的萌芽就其内容而言，也就是“自觉意识的萌芽”。群体在一起进行的“动作中的思维”，由于同用萌芽状态的言语进行的传达活动交织起来，你一言我一语地互相帮助选择取具方案和运用动作，就演化成“言语中的思维”；任何个体只要参与“言语中的思维”或将它默默地进行，在他头脑中就出现了思维的萌芽。

总之，族类个体各自的使用工具的活动（为一方）与群体相互间的传达信号（为另一方）相互作用不断积累的结果，双方都出现了新质：传达信号这一方中产生出萌芽状态的语言，使用工具的活动这一方，从“超生物的经验”中产生出萌芽状态的“概括性自觉意识”，从“动作中的思维”中产生出萌芽状态的思维。语言的萌芽和概括性自觉意识、思维的萌芽，是一件事的两个方面，这件事的出现标志着形成中的人越过了过渡期的中线，进入了过渡期的后半段。言语活动和自觉意识思维活动这一对矛盾，是构成起源时期人这个族类本质的许多对矛盾中的又一对，双方的相互联结与相互依存，是这族类的内部结构的第二种结纽，双方通过这结纽持续地相互作用——相互改造，相互促进，在某种条件下又相互禁锢。

四

上述两对矛盾的相互作用，是人这个族类的社会性本质的起源所在。

组成这个群居性族类的各个体以手同工具结合所进行的使用工具的活动，是社会性的实践前提；没有这实践前提，社会性就没有质料方面的基础，群体内部合群程度再高，传达活动再多，也无从区别于兽类、禽类乃至昆虫（蜜蜂、蚂蚁）的群体生活。这个实践前提——使用工具的活动，有它向外的、客观的方面——手与工具结合起来作为物质的力量来改造周围的世界，又有它向内的、主观的方面——使用工具的活动不断产生超生物的经验，推动大脑和其他器官（各种运动器官和感觉器官）不断进化。

组成族类的群体以言语器官（辅以手势及其他制作符号的肢体活动）在相互间所进行的对于使用工具活动的传达活动，是社会性的交往前提；没有这交往前提，社会性就没有结构方面的主导，各个体实践中超生物的具体经验再丰富，也无法汇集起来成为集体的经验，上升到理性上成为概括的经验，组织群体生活，代代相传成为有历史的文明。这个交往前提——传达活动，也有它向外的、客观的方面——语言及其他符号作为物质的外壳作用于感觉器官（听得到，看得见），又有它向内的、主观的方面——言语活动（或当它默默进行时）唤起大脑中概括性自觉意识和思维的活动。

实践前提与交往前提的相互对立与相互依存是这族类起源时期内部结构的主要结纽。实践前提是基础方面、物质方面，交往前提是主导方面、精神方面。物质方面转化为精神方面，精神方面又转化为物质方面，不断螺旋形地辩证运动着。

五

当工具作为“超生物的目的物”在现实中欠缺而成为需求的对象时，在选择中介的思维过程中冒出来的对于所需求的工具的

概括性意识就成为突出的自觉意识，它之所以是自觉意识就因为它是这族类以言词呼唤自己的某个非天生肢体（工具）时浮现的意识，它之所以突出就因为被意识到的东西正是需求的对象，这样的自觉意识，是制造工具活动的精神前提。至于这种活动的物质前提，那是早已存在了的，那就是形成中的人在漫长的使用工具活动历史中积累起来的技能和早已用作工具的天然物。这个精神方面向物质方面转化，就使后者出现了一个质的飞跃，使得使用工具的活动从用以满足生物本能需要的活动上升为用以满足超生物需要的活动，这就是用工具以制造工具的自觉能动性活动。这种活动的出现，标志着过渡期的终结。

制造工具的活动登上历史舞台之前有一个潜伏期。在集体解决生存课题的过程中日益增多的、运用言语活动来进行的、对于中介的选择，使这集体对于不同的工具在解决不同课题中合用与否能分辨得越来越清楚，而对于合用的工具就有了越来越明确的目的意识。另一方面，在客观上，天然物件的合不合用是极不平衡的，在使用中相比较下最合用的天然形状的棒条块片总是少量的，这样的少量存在物反映到意识中就成为合乎需要的典范模型，而当使用活动发展（使用范围扩大、使用者增多）时，它存在的量少就造成供不应求，使它成为集体生活中被寻找的目的物。在过渡期的最后阶段，用临时性的办法解决需求的零星活动曾经自发地出现并延续了一个时期，例如在使用活动过程中，把没有锋刃的石头摔成碎片，把太短的棒接长，但这些活动还不能算作正式的制造工具的活动，因为那还不是通过运用工具的途径，按照目的意识中的模型形状来对自然物进行加工改造。只有当这活动提高到运用以往的超生物经验，“利用物之机械的、物理的和化学的属性，把它当作手段，加力于他物之上”，“他不仅

使自然物发生形式变化，同时他还在自然物中实现自己的目的"[①] 时，才正式成为制造工具的活动，才开始了完全的人所专有的、有目的有意识的、自觉能动性的活动。

同使用工具以满足生物本能需要的活动相比，制造工具这种满足超生物需要的活动所具有的新质在于：这族类的超生物目的意识现在不仅仅反映着族类的超生物需要，而且更进一步贯串于这个活动的始终，"这个目的是他所知道的，是作为规律决定着他的活动的方式和方法的"[②]；这活动的目的观念已不是某种现成的工具，而是这种工具的造形[③]，制作者之所以要把材料加工成这样的形状，是由于他认识到，物件之合不合用正取决于具不具有这样的典范造形，这认识说明，经过主体以往使用这种工具的因果性活动，这造形所涉及的客观规律性已经被主体掌握了，这目的观念所反映的族类掌握客观规律性的规模，标志着族类摆脱生物本能欲望的驱使而争得自由的程度；制作者不仅仅是想要把别物的典范造形移植到被加工的材料上来，而且意识到自己的手与工具相结合的超生物肢体正是为实现这个目的应当依靠的物质手段，因而以自觉的能动性活动来改造对象；这活动把以往的中介变成新的由果溯因活动的起点，要求探寻和选择新的中介来建立新的因果链，推动主体去面对前所未遇的客观规律，在更纵深的幅度与更宽广的规模上把自然界化作族类的非天生肢体。制造工具活动的成功标志着主体能运用新的规律来实现目的；引导这活动的目的意识所反映的仅是主体先前所掌握的客观规律，实现目的这一活动的成功则反映着主体现在又掌握了新的客观规律，这进展终于划出了这族类告别生物界走向遥远的自由王国这

①② 《资本论》第一卷。

③ 这里的"造形"一词可作广泛的理解，包括形状、形制、构造、构成等，随着工具发展水平的提高，"造形"的具体内容也不断丰富。

一宏伟历史行程的开端。正如恩格斯所指出："我们对自然界的整个统治，是在于我们比其他一切动物强，能够认识和正确运用自然规律。""动物仅仅利用外部自然界，单纯地以自己的存在来使自然界改变；而人则通过他所作出的改变来使自然界为自己的目的服务，来支配自然界。这便是人同其他动物的最后的本质的区别，而造成这一区别的还是劳动。"[①]

此文首刊于《古脊椎动物与古人类》1976 年第 2 期

① 恩格斯：《劳动在从猿到人转变过程中的作用》。

世界观的科学性与诗意不可以并存共鸣吗?

世界观的科学性会不会排斥诗意的生活态度?这问题涉及对唯物史观的理解。常常遇到有人把历史唯物主义描绘成这样一幅图景:人类的活动是受身外之物支配的,经济利益是人类历史的终极原因,一切都是由客观的经济规律决定的,认识的任务就在使主观反映客观。如果事实真是那样,人类的想象力、创造力、意志活动、情感态度、审美体验,在这个世界里还有什么地位和意义可言呢?岂不都是一些听任摆布、无足轻重的心理现象而已?那样的世界图景确是索然无味,跟诗意毫不相干的。半个世纪以来,在我国美学界对美学原理的辩论中,贯串着反映论与主体性之争。到今天,在强调主体意识的现代思潮的浪涌面前,青年人对美学原理中的主体性问题更加关注。怀着对主体性的敏感和激动,来反思那一系列辩论,人们不禁要问个究竟:那幅排除诗意的世界图景,果真是马克思主义的本意吗?

唯物史观重视人类历史的物质前提,但这物质前提就等于身外之物吗?让我们先回忆一下“从猿到人”这个命题。类人猿这一生物物种的存在,是人类存在的前提。那末,古猿有没有四肢等生活活动器官?有没有眼耳等认识器官?这些器官的存在是不是一种物质存在?具有这许多生理心理器官的物种本身的存在是不是物质存在?难道可以把这些都排除在“物质前提”这个概念之外,而只承认它的周围环境和认识对象才是物质存在?既然肯

定了“从猿到人”这个命题，在逻辑上就必须承认“潜在主体”这一概念，而且不能否认这潜在主体属于人类历史的物质前提这一范畴之内。固然古猿的劳动是粗陋原始的，古猿的认识还处于生物水平，但它们已具备了向人类水平转化的可能，已处在转化的前夜；如果我们用“主体”这个概念指称人类的每一个个体，那末类人猿的每一个个体就都是“潜在主体”。这样，我们就可以明确一个重要的理论观念：在谈到人类诞生的物质前提时，必须看到物质存在的双峰对峙，在从猿向人过渡的前阶，不仅有古猿的生活环境、对象世界的存在，而且有古猿这一物种本身这一“潜在主体”的存在。这对峙并非存在与意识的对峙，并非物质与精神的对峙，而是物质前提范畴内部的双峰对峙。

接着讲“劳动创造人”。很多人一听到这句话就倒了胃口，因为长久以来这个观点的宣传被用来抬高体力劳动而贬低脑力劳动，被用来证明，仿佛体力劳动才能在历史上建立了“创造人”的奇勋，而知识分子却只生产了一些不能吃不能穿的东西。人类劳动区别于生物性活动的本质属性——创造性，在那些宣传里被抹掉了，这就背离了马克思的本意。马克思之所以特别重视使用工具、制造工具这种人类所特有的活动，正是由于它体现了“物质的能动性”，它既是物质性的，又是创造性的；人类创造自己历史的活动正是从这里开始的，这是人类创造性本质的最深的根源。人类独有的“主体性”之所以能从无到有建立起来，正是靠这种创造性的物质性活动。这一深层内涵，却是“劳动创造人”观点的宣传员们从来没有阐发过的。由于抓不住“创造性”这一本质特征，在讲解进化过程时竟陷入了逻辑循环而不能自拔，学生们自然就提出了这样的问题：究竟是先有劳动还是先有人类？这个问题就在理论刊物上认真讨论起来了，从50年代延续到70年代。为了克服逻辑循环，必须对“劳动”这一概念作出不同发展阶段的、不同水平的界定。显然，制造工具的活动以及使用人

所制造的工具的生活活动，是人类诞生以后的事，是达到了人类水平的劳动，更确切地说，这种劳动的出现正标志着从猿到人过渡的完成，因此，它不可能早先就充当使猿进化为人的推动力。在此之前存在的、足以推动古猿向人类演化的劳动，应如何界定呢？人类学家吴汝康认为，从直立姿势的形成到制造工具的出现，曾有一个使用天然工具的阶段。在力排逻辑循环这一点上，吴汝康是清醒的，遗憾的是，他用了“天然工具”这样一个不科学的语词，以轻描淡写的态度来看待这种劳动，并且把它说成跟直立姿势的形成毫不相干。问题的症结仍然在于对使用工具的活动所必需的创造性缺乏理解。

“天然工具”这个词的不科学在哪里呢？世上没有哪件东西是天然就作为工具而存在的，任何物件，即使它未被加工而保持其天然的形状，只有当它被某一物种在生存斗争中加以使用，才成为工具，不通过主体在使用中的各种创造性的动作样式，它不可能具有工具的性能。把“被用作工具的天然物”理解为“天然工具”，就无异于抹煞了在“用作工具”的过程中主体的尝试、想象、构建、选择等创造性的心理生理活动。古猿用前肢把各种各样天然物件当作工具来使用，这在生物进化史上是具有划时代意义的伟大创造，这种崭新的现象经过几百万年漫长岁月中无数世代的大量积累，产生了两个重大的结果：第一，大量自然物被赋予了工具的意义，从环境中的身外之物变成了某一物种的肢体的延长，这一具备众多超生物肢体的物种必然会发展成为超生物的族类。第二，前肢演化为手，伴随这一过程就有另外两个相继的重要形态变化：直立姿势的常规化，脑量的增大。手之不同于前肢就在于它是使用工具的专职器官，具有运用各种工具的多样技能，这一专职器官的大量活动使支配它的中枢神经细胞组织在结构上空前复杂起来，使这物种的认识水平和意志活动水平超出生物界，使群体间的信息交流提高到语言的水平。

简言之，在这个族类还没有懂得制造工具之前，就曾花费几百万年的时间建造了自己创造性本质的幼芽，建造了超生物性的根苗，建造的途径正是通过一个个创造性的运用动作把环境中的许许多多身外之物转化为工具，转化为自己的超生物肢体。这才是“劳动创造人”这一命题固有的内涵。至于由制造工具开其端的人类历史，人们早已熟悉了，考古学家们用旧石器时代、新石器时代、青铜时代、铁器时代等来称呼人类早期历史的各个阶段。在此应当强调的只是一个长期以来被人们讳莫如深的普通真理：工具自己并不会演变，造成工具不断更新的唯一动力是人类的创造性，是创造性主体富有想象力的不息探求。在《资本论》第一卷第 395 页关于工艺学的脚注中马克思所强调的，正是人类创造性能动活动的这一物质根由所在。

经过这一番澄清，我们寻回了唯物史观的本意：人类历史的物质动力并不在身外之物，而在每一个个体使用工具、制造工具的创造性活动。理论思维比较仔细的人会在这里发现，马克思所强调的物质概念，包含了使用与制造工具的主体的神经系统的活动在内。这样的概念用汉语作一个凝缩、扼要的表述，便是——物中有神。

“物中有神”这一命题使人联想起泛神论的世界观：凡物皆有神性，神与物不可分。在欧洲的泛神论代表人物中，歌德的自然观最有诗意，他用神性发展阶段论描绘了一个囊括天体演化史、生物进化史、人类发展史在内的宏伟的历史序列，借此对宇宙生生不息的发展机制作出统一的理解。当然，“神性”并不是一个科学概念，而只是当哲学家要求突破各个具体科学领域的界限作一个跨学科的概括时，从诗的词汇中借用的一个朦胧意象。现代科学已经揭示，运动、变化和形成种种不同结构的趋势是任何物质固有的本性，它的表现样式有不同的发展阶段，在无生命阶段，物理学家和化学家谈论粒子的波动本性、内能、能级跃迁

和激发态，在生命阶段，统计物理学、生物化学和生物学里谈论负熵、耗散结构、自我复制、生长、发育、繁殖的生机，在超生物阶段，人类学家、历史学家、社会学家谈论人类对工具和语言文字的创造、文明进步和社会形态演变的动力、未来生态的设计。这许多特异的样式是今天人们公认的了，但贯穿于这许多特异形态中的普遍共性是什么，的确还没有一个公认的科学概念来予以概括。也许“结构进展的主动性”可以开其端倪。一百多年前的歌德曾借用诗的想象力称之为“物质的神性”。今天我们必须承认结构进展的主动性是物质的本性，用这样的物质概念来给历史观行奠基典礼，才能矫正对唯物史观的曲解，才能领悟马克思主义的真谛。

既然从“人是制造工具的族类”这一角度承认了深藏在工具的制造、发明和演变历史过程中的主体的物质性创造性，那就必须同时从“人是社会性的族类”这一角度进一步承认那深藏在语言的构成、衍生和演变历史过程中的主体的精神性创造性。因为如果没有语言这样的信息交流手段，个体的超生物经验是无法凝聚为世代相传的社会财富的，人类的社会性本质是无法形成的。由于群体间信息交流的不可缺少，语言的萌芽早于制造工具的出现；及至标志着从猿到人过渡完成的制造工具的活动开始以后，使用工具的活动便在新的基点上大量发展，原始语言就随之形成了。通过语言萌芽到原始语言这种方式的族类内部信息交往，向人类过渡的这个族类才终于建立起社会性的本质。这样，各个个体以使用和制造工具的方式分别进行物质生产，群体之间则以使用和创设语言的方式共同进行精神生产。虽然精神生产的发生晚于物质生产，但它的发生并没有结束和替代物质生产，所以事实上，物质生产和精神生产并不是前后相继的两个阶段，而是叠置并存的两个层次。在通过制造和使用工具而进行的物质生产中长期积累起来的主体的想象力和探求意志，到了通过创设和使用语

言而进行的精神生产层次上就得到了更自由的发挥，成长到更高的水平。两个层次相比，在物质生产领域原始人类驾驭自然的能力受工具水平的限制还很弱小，但在精神生产领域初民却能运用语言手段编造神话，借以在想象中征服自然。生存斗争中的诗意就从中升起了。人类总要先在想象中征服自然，然后才落到实践中征服自然。有许多古代神话中的想象，后来在工业时代化为事实，这说明人类必须预先通过语言手段高扬自己的创造性，演习和锻炼自己的创造能力，提出自己意志追求的目标，然后再去寻找和找到适当的物质手段把它付诸实现。

这样，我们对“物质——精神——物质”的三段式有了新的理解。这三段式按照以往习惯的解释是：从作为认识对象的身外之物开始，经过认识及其深化运动产生精神，再转化为作为产品或实践成果的身外之物。我们的新理解是：从人类的物质生产活动开始积累创造能力，继而转到精神生产活动中借助于语言自由地施展创造性想象，然后落到物质生产活动中来实现这些理想。创造性想象和诗意的生活态度正是主体改造世界、驾驭自然这宏伟实践的必要环节。缺了这个环节，人类不能长成巨人。

通过上百万年几万代的日常言语交往，人类把自己造就成为“创设和使用符号的族类”。人不但借助自己的嗓音音节、体态、手势、面孔、眼神来表达自己的意识状态，而且借助周围事物的造形、色彩和声响来表达；人不但通过由自己加工改作的物质生产产品和图像、记号、文字来表达，而且广泛运用自然界天然存在的事物状貌来表达，正如在懂得制造工具之前人类的祖先就把天然物件用作工具，在人类创设语言之后就进一步懂得把天然的万象用作符号。例如，一轮明月，几片彩霞，一汪湖水，几声鸟鸣，山川林原风雪雷雨的千姿万态，人类都赋予它们本不具有却又宜于承担的表达功能，使其成为人类认识、意志和情感的符号。这样，具有符号意蕴的客体就成为主体创造力的反映。随着

文明的进步，自然万象越来越广泛地成为情感符号的延长、诗意的载体，主体从越来越多样的自然状貌中读出社会的信息。人类因此就得以生活在符号世界的环抱中，到处领略诗意的诉说，人类为了成长为世界的主宰，这样的精神哺育是不可缺少的。

当人类要求客体尽可能丰满地反映主体时，就对表达方式经过精心设计而加以创造，这样的精神产品就是艺术。文学作为语言的艺术，包括口头文学和书面文学，包括抒情的、叙事的和带戏剧表演的，像任何艺术门类一样，反映了主体的双层次创造性活动。在题材层次上，作品反映了社会物质层次的创造活动。社会生活中的人物、事物、事件的呈现，社会群体（氏族、民族、阶层、阶级等）不同成员的意志行为表现，所处的顺境逆境，所引起的爱和憎，喜和怒，凡此种种都基于功利价值的尺度，所引的情感也是功利或道德的情感态度。但艺术作品并不是这些人物、事物、事件本身，它仅仅通过表达来唤起欣赏者对它们的想象；作品中不同角色的价值尺度和情感态度，有的激起欣赏者共鸣，有的招惹欣赏者贬斥，无论正面还是反面都以欣赏者对角色形象的假想为基础。那末我们就要问：这假想的依据是什么？机制又是什么？沿着这两个问题，我们一方面看到，在符号手段结构层次上，作品反映了作者的精神层次的创造活动，作者选用一系列能引起联想的表达手段，置于特定的时间空间布局中，领着欣赏者从这特定的角度，透过这特定的形式来想象这些人物、事物、事件，即便欣赏者完全熟悉这些题材，作者也要让欣赏者透过他所规定的审美形式来重新感受体验，作者正是借助于提供这审美形式来表达作品的主题思想和作者本人的褒贬倾向、情感态度和审美体验；另一方面又看到，借助符号手段结构所提供的审美形式仅是一张或疏或密的网，留下许多网眼都是对欣赏者的期待，让欣赏者可以作为审美的主体自由地展开自己的创造性想象，因而作品不仅是作者创造活动的一面镜子，同时还成为欣赏

者创造活动的对象化寄托。这后一方面，正是当代接受美学思潮所强调的，强调这一点有其合理性，只要不是过了分而淹没了作者对作品审美形式框架网络的规定作用。事实上，在符号手段结构层次上，存在着作者和欣赏者创造性想象的对话交谈，始于生疏的新鲜感，终于熟悉的契合感。因此，对作品的欣赏不仅是欣赏者从审美的高度对功利生活的重新感受、重新体验，也不仅是欣赏者从所面对的审美形式获得审美愉悦，而且是欣赏者与作者的思想情感交流，是每一单个主体走出各自孤独阴冷的角落来领受社会同情温暖的契机。双层次创造活动的观点给众说纷纭的悲剧理论提供了一个崭新的剖析视角，也对文学艺术表现技法的创新探索给予了一种新的肯定。这是一个科学的世界观对“艺术何以能有隽永诗意”作出的论证。

主体的创造性，是诗意的核心。对世界各民族各时代各作家的文学作品进行比较研究，若有志于挖掘审美的诗意来评述其异同，权衡其强弱，就要抓住它们各自蕴涵的双层次创造性活动。创造性是人类本质力量的共性，它在文学艺术作品中的反映则各有特异，有的在题材——社会物质生活活动层次上占优势，有的在符号手段结构——作者与欣赏者对话交谈的精神生产活动层次上占优势，有的双层均衡并茂。在研究中对创造性的发现和肯定，不宜为偏见所蔽。在世界文学宝库中大面积大幅度发现和肯定创造性诗意，目的在启发读者对人类创造性本质的领悟。这有助于培育富有创造力的新一代，唤醒现代社会建设者自觉的主体意识。

1988 年 4 月完稿

让哲学思维在领域的体系中熔炼凝聚

哲学要得到有活力、无止境的发展，应当按什么样的方式来建立这学科的体系呢？这体系应当从某一主义的原则推演出来，还是由若干必不可少的领域组成呢？按前一种方式所建立的，是主义的体系，按后一种方式所建立的，则是领域的体系。作为领域的体系而存在的学科，就哲学而言人们颇感生疏，但在自然科学方面却为人所熟知。例如物理学，是由力学、热学、声学、光学、电学、磁学……等领域组成的体系；在不同的领域里讲到不同的定律，例如牛顿定律、欧姆定律，但却并没有因此而建立了什么牛顿主义、欧姆主义的物理学。物理学的现代发展不断开拓一些新的领域，例如原子结构理论、价键（分子内的电子轨道）理论、非平衡态统计物理理论、原子核结构理论、量子电动力学，但领域的扩展并不推翻领域的体系，物理学的现代化并未呈现为建立什么爱因斯坦主义的、玻尔主义的物理学。物理学之所以能作为一个牢固而不朽的学科持续存在，物理概念的不断变革（在某些历史瞬间人们所惊呼的“危机”）之所以非但不会冲溃这学科的体系，反倒使它一再获得新的活力而成长得越加健壮，在每一次“危机”过后就展现一片“新野”，不正是由于这学科的历代耕耘者从来就不是按主义推演的方式，而是按领域组成的方式来建立它的体系的吗？如此成果丰硕的历史经验，对于当今困惑徘徊的哲学学科耕耘者不是大有教益的吗？

有人会立即以如下理由进行反驳：（一）物理学是实证科学，哲学是思辨智慧，两者方法不同；（二）物理学研究的是自然界不依人类意志为转移的规律，哲学则还要研究人类的认识、意志、情感活动的本质，两者对象不同；（三）物理学要揭示自然界的必然性，哲学要探究人类的自由本质，两者趋归不同。不错，这三点不但是无可否认的，而且是不容忽视的。但这三点不同就成了哲学不应由领域来组成而只能凭主义来建设的理由吗？实证科学要靠许多时代许多民族的科学家以各自的实验和推导来添砖加瓦，思辨智慧就不需要许多时代许多民族的哲人以各自的概括力和想象力来互补共建而注定只得由个别巨人所提出的主义来包统吗？自然界的规律是否如此如此，有检验其真理性的客观准绳，人类的认识、意志、情感等等心理活动和行为表现难道就只有个体主观性的现象而没有社会客观性的本质了吗？对人类本质的判断与预测，就没有真伪可言？或者，检验这真伪就没有客观准绳而只能以某种主义为尺度来衡量？自然界的必然性可供人们平等地加以研究，自由比较真伪，对人类自由本质的研究就没有学术平等可言了吗？就必得采取由若干主义压倒其余主义的方式来发展自己吗？

理顺体系所应包括的领域，并不意味着要抛弃任何主义的学说所发现的具有真理性的原则。批评某些主义的片面性，也并不等于否定这些主义的提倡者所发现的原则的真理性，而是要从滥用、误用中拯救这个真理胞核。在哲学中，由不同的主义所强调的主张，有不少是像自然科学中的定律、原理、定则一样，经过发现、总结、比较、优选而建立的，是具有指导意义的原则、原理，具有不可蔑视的真理性，但原则所具有的真理性并不能自行杜绝传播者对它的误解和曲解。回顾半个世纪来的教训，陈晏清和高清海说出了我们许多人今天共同的认识：30 年代以来作为马克思主义哲学权威诠释本传播开来的教科书并没有准确地表述

马克思自己创立的那个体系，没有很好地反映马克思主义哲学的基本实质，有相当一部分内容不是马克思所创立的实质内容，有许多观点甚至背离马克思主义哲学的基本精神，关键在于对马克思所进行的哲学变革的实质认识不清，把握不准确，研究不深刻。如今天众所周知的，由于历史条件的种种限制，马克思的大量手稿是在死后几十年以后才得以公开问世的，许多手稿译成汉文还不到20年，因此至少在我国对马克思哲学思想真谛的钻研和领悟至今还处在一个发展过程中。就哲学的主义而言，我确认自己是属于马克思主义的隐义学派，但我并不能担保自己今天对马克思哲学思想隐秘核心的理解已经完全准确无误，正如今天谁也不能保证，凡自认为坚持马克思主义的人对马克思的哲学思想都有一致的理解。在这样的状况下，如果大家都以捍卫真主义的名义进行论战，谁能保证不会在坚持某一观点时不以假冒真，不会在抨击某一观点时不诬真为假呢？如果大家都难免走上这样一步，岂非很容易把真诚的是非之辨变成恼人的善恶之验，而妨碍了对真理性的切实求索？对于这一类事件至今记忆犹新，恐怕是相当普遍的，但未必有很多人从中得出根本性的教训：这些互戕的杀伐都是急于简单地抱定主义的体系，而对体系所应包括的领域，对这些领域的广度深度，对每个领域中领悟真理性的艰难曲折，缺乏清醒估量所必然导致的。从领域着眼进行梳理，就是要在充分估计这些领域的广度深度的前提下慎重地对待它们的内涵，要给前人已经发现的具有真理性的原则、原理找到它们各自应在由领域组成的体系中占据的位置，从而使后人能在这正确的参照系与逻辑联系导引下相继发现一系列相关或互补的原则、原理，逐步充实范畴、原则、原理的网络，使发现真理的漫长过程得以不断延伸。

要使一个学科得到生气勃勃的发展，必须让互相对立的观点有机会充分地互相争论，就这一点而言，领域的确立好比舞台的

设置。有了一定的舞台，就能让不同的角色尽情表演，形成种种戏剧冲突，以组成一台台完整的戏；有了确定的领域，就可以提出一系列共同的课题来使对立的观点互相交锋，在互相切磋中深化对课题的探索。一旦有了这样的条件，我何必一定要冒那以假冒真或诬真为假的道德风险而自诩为某某主义的代表者呢？就某一领域中的某一课题，我完全可以朴朴实实地讲出自己的观点和主张，只要这观点和主张与前人或他人相比有独到之处，能更胜一筹，不就是我对这学科领域的发展所作的贡献了吗？多少年来我们向往的百家争鸣之境，该沿什么样的路径才能到达呢？不正是必须首先确立学科所应包括的一系列领域，让愿意投身某一领域的争论者人人都有权以自己的名义发表对某一课题的观点，使许许多多一家之言自由地聚首对话，不是唯有这样才能积众多的一家而成百家吗？这样的局面之所以同坚持与发展马克思的哲学观点毫不抵触，是由于马克思所创立的划时代的哲学观点的真理性，必须通过多角度多方位的探讨，也必将在无拘束地发挥每个探究者的创造力之后，方可为人们普遍地理解、接受、丰富并发展，这是我长久以来预感和坚信的。

哲学应包括哪些必不可少的领域呢？

首先应包括本体论。我同意黄楠森的看法，本体论，即关于存在的理论，是第一哲学，是哲学的起点，这不能变。但在涉及世界存在与人类存在的关系问题时，在应否承认单纯关于自然界的本体论这一问题上，哲学家之间出现了分歧。这个分歧其实可以通过划分领域来解决，考虑到存在及其本质的发展历史的阶段性，可以把存在按时间顺序（请注意，不是按空间位置的差异）划成两段，以从猿到人的过渡期划界，之前是未有人类的自然界的存在与发展，之后是人类诞生后世界的存在与本质发展的过程，与两段对象相应，就有两个领域，前一领域可称为自然本体论，后一领域可称为人类本质论（对分界线的哲学探讨可归入后

一领域）。

关于后一领域的必不可少，看来不会有人提出异议，因为即便是那些对本体论的提法持批判态度的哲学教授，也都主张哲学要研究人与世界的关系，要解决人在自己活动中创造的那个世界与本来的那个世界是什么关系的问题。既然要思考两者的关系，当然必须首先承认两者的存在；而且，按马克思对于人类本质的理解，自然界随着人类的成长就逐渐转变为属人的世界，因而世界的存在就逐渐归属于人类本质的存在。至于有人提出的，对于“人”的哲学思考也必须防止“本体论化”的倾向这一警告，那是出于对本体论的误解：把本体论这一领域跟历史上曾盘踞于这领域的稚拙僵化的思维方式混同了，把本体论学科跟还原主义混同了。实际上，按马克思所开创的思路来重新思考人类的本质，仍是在本体论的领地上进行耕耘。可以把这片特殊领地称为“人类本质论”。

但前一领域是否成立却颇有争议了。在当今哲学界，想从哲学学科的整体中砍除自然本体论者，不乏其人。由于素养的偏倾，颇有些哲学家对这领域不感兴趣；我对他们的喜厌可以谅解，也对他们在这领域面前却步不入的自由权利表示尊重。但当他们论证其砍伐行为的合理性时，我不得不挺身而出，急呼“斧下留根！”举斧的哲学家大概都不反对历史与逻辑的一致，既然如此，当你们思考人类存在的历史发展与人类本质的逻辑结构之间的一致时，有没有觉察到，如果把存在的历史拦腰砍断，只要后果不要前因，那末也就无异于毁坏了逻辑的完整性，只截取人类本质结构的顶层，而抛弃了它的底层根基。就存在的时值而言，人类诞生之后这一段只不过几十万年，之前的天体演化史和生物进化史却以亿年计，有什么理由只抓零头而无视大数？有人困于方法论的难点而哀叹：离开人的本体论是没有意义的。方法论的难点毋庸讳言，在探讨未有人类之前的自然界存在时，不可

避免会遇到这样一个矛盾：就本体论作为哲学理论而言，是人所进行的思维活动，就所探讨的那个自然界而言，那里面还不存在人，但这矛盾的不可避免并不是取消这个哲学领域的理由。对于任何个人而言，设想一个还没有自己的世界曾经存在，并不是没有意义的，正如德国民间儿歌所唱到的："当我的外婆结婚的时候……"；对于整个人类而言，设想一个还没有人类的自然界曾经存在，也决不是没有意义的，这对理解人类本质从无到有发生之何以可能与何以必然是不可缺少的。如果不承认这样的自然界曾经存在，人类的根由从哪里去找？况且人类不是从无生命的存在物中起源的，而是有生命的存在物高度发展的结果，可见人类的本质不能在生命的本质之外去寻找，而必须通过追溯生命从无到有的发生来理解生命的本质，再沿着生物进化的漫长阶梯来巡视对原始生命本质的不断超越，才能对人类的超生物本质获得更深的认识。如果无视自然界在人类之先的存在及其发展历程，如果砍掉这意义上的自然本体论，这一系列本质问题的哲学思考不就都被取消了吗？这究竟是哲学理论的进步还是哲学思维能力的萎缩？许多喜爱思辨的民族在自己生产力和科学知识还很嫩弱的童年时代都曾经编造过创世的神话，想象过生命从无到有、人类从无到有的发生过程；与之相对比，在生产力和自然科学高度发达的当代倒有一批哲学家主张取消对这些问题的重新思考，取消这个自古就有的哲学领域，这不能不评为患了思辨力瘫痪症。砍掉自然本体论，必造成世界观的残缺，这样的残缺是健全的头脑所不能容忍的。

对人类的能动性创造活动的不同方面进行抽象的思考，经过长期的积累，有些课题从本体论分化出来，形成一些相对独立的哲学学科领域。

认识论是其中之一。这个领域是人们最熟悉的，有人甚至以为哲学主要就是认识论。哲学当然必须包括认识论，今后仍有必

要就这领域中的许多课题展开热烈的争论，但关于这个领域在整个学科体系中的地位问题，有些看法须及早校正。许多人把认识论所探讨的问题归结为意识与存在的关系问题，把认识主体归结为意识，把认识的对象归结为存在，又把在这意义上所提出的意识与存在的关系问题看作哲学的基本问题。在这样的看法中，认识主体首先作为实践者这样的物质性个体或群体而存在这一前提就被丢失了，认识主体所使用的、作为肢体与器官之延长的工具手段和符号手段在认识过程中所起的作用也全被忽视了，因而在如此理解的所谓哲学基本问题中也找不到人类首先作为实践主体的位置。这里面，既有认识论自身理论框架的残破，又有认识论与本体论领域相互关系摆法上的紊乱。按哲学体系各领域之间的内在联系来予以校正，认识论本是在人类本质论基础上派生的一翼，从这一翼的角度看，人类仅仅看作认识的主体，人类所使用的工具和符号仅仅看作认识的手段，人类周围的世界仅仅看作认识的对象，仅着眼于这样的侧面来观察主体、中介、客体三者的关系。

马克思在确立人类本质论的新观点的同时，还向人们指明了，同认识论相对称的另一领域是哲学学科所必须包括的，他用“实践”来指称这个领域。这领域是在人类本质论基础上派生的更重要的另一翼，从这一翼的角度看，人类看作实践的主体，人类所使用的工具和符号看作实践的手段，人类周围的世界看作实践所建造、改造、支配、控制的对象，着眼于这一崭新的意义来重新观察主体、中介、客体三者的关系。这个领域，前人曾涉及过，例如康德的《实践理性批判》就从道德的视角接触到这个领域；但是在这领域中发现人类历史的根本动力并把这新发现跟人类本质论领域中的新观点紧相扣结，则是马克思的创造。现在我们怎样称呼这个领域？本来，我们不是不可以照马克思本人的提法，把这个领域称为“实践论”，但许久以来哲学界用语的实际

情况是，“实践论”一词已缩小了它的含义，已被理解为认识论领域中的一个观点、一个原则，一直没有被用作指称一个学科领域的语词。在这样的语用语义现实面前，为了避免让所确立的学科领域被误解为某种观点，为了鲜明地界定这个领域，我们对它的称呼不得不用另一个词——驾驭论（Cybernology）。通过对实践范畴内涵的分析，今天已有人提出实践概念有狭义广义之分，这广义的实践概念也就是这里所说的驾驭——主体有目的地通过中介输出一定形式的能量或信息以引起物质形态或信息状态发生从不合目的转向合目的的变化。只有在驾驭论领域中，必然与自由这一对对立范畴才得到调解，自由才不是对规律的取消而是对规律的超越，人类的自由本质才寻到了根由。从驾驭着眼，异化概念的哲学内涵才明朗起来：主体的目的性活动及其合目的成果由于某种未被驾驭的必然性又引起了始料所不及的不合目的后果，这是必然对自由的挑战，主体的回答应是拓远自己的驾驭边界，以更广范围或更高层次的驾驭活动进一步超越必然。为了最终征服异化，必须学会预防异化，探寻根治与预防异化的对策，是驾驭论应包括的课题。在探讨这对策时或许会引起对实践概念的反思：它是否不仅有改造对象那样一面，还应有寻觅、选取、保护、移植生态环境中一切合目的的形式这样一面？由此将能领悟到，借助各种必然规律来保证合目的形式持续长存才是更高水平的驾驭方式。

驾驭论和认识论是两个互相对称的领域。两者都研究主客体关系，但驾驭论侧重于主体对客体的作用，与技术史关系密切，有些课题被概括为“技术哲学”，而认识论侧重于客体对主体的作用，与科学史关系密切，有些课题被概括为“科学哲学”。仅仅看到对称性还不够，还应看到彼此的镶嵌关系——驾驭与认识的发展是互为条件、互为成果的，在一定的驾驭水平上才能达到一定的认识水平，反过来也只有认识的深化与正确才能保证驾驭

的顺畅与成功。但若因此而否认两者是相对独立的两个领域，不让分开进行聚焦探索，却是对各学科领域和哲学体系整体的成长不利的。

除了本体论的先后两段和由人类本质派生的左右两翼，还有没有值得注意的领域？以上四个领域都是对历史和现状的思辨，但现状总是必须超越的，童年时代的人类曾借助占卜星象来猜测未来，每个民族都曾推崇自己的先知，在人类的认识和驾驭能力强劲施展之后，必定会更焦急地关心自己的未来，自问：人类向何处去？马克思曾按自己的预见回答这问题，每个时代都要按当代的眼界重新回答这问题。因此，在沉思历史与现状的领域之外，还有一个瞩望未来的领域，一个涉及人类的世代传承、素质更新、未来前景、价值追求、目标信念的抽象思辨领域，那就是价值论。

初步划分这五大领域之后，有必要及时作一番根本性的反省。有人提醒我们，恩格斯说过：哲学已经从自然界和历史中被驱逐了，今天它又相继从各个社会科学领域，从思维科学领域被驱逐，这说明具体的学科领域都是科学的对象，哲学不应进入那里面去跟科学争地盘，哲学只是方法论。这个看法，是非如何？在哲学探讨中重视方法论，无疑是正确的，哲学区别于实验科学的特色在于思维方式的抽象性和思辨性，它要求透过特殊把握普遍，透过局部把握总体，在抽象思辨要求下探得的独特方法，是哲学思维的精髓和灵魂，但是否因此哲学就只能跟一切实验科学绝缘，自足于无对象的玄思，变成一团无体可适的游魂呢？仔细看看，那被驱逐的究竟是一种什么样的哲学？那是以哲学家头脑中臆造的联系来代替现实联系的黑格尔式的自然哲学。如果因这样的哲学被驱逐就以为任何一种哲学都会被驱逐，那岂不是承认哲学的任务就只是臆造联系不成？哲学家难道没有在近代自然科学史上看见，那些植根于实验方法如春草丛生的具体科学，在驱

逐臆造胡编的同时又在不断分泌新的哲学思辨？实验科学（无论是自然科学、社会科学、思维科学、艺术科学、教育科学）都只能对世界作分门别类的研究，各自囿于某一门类的局限之内，但整个社会还是要求对这些研究成果作总体性的把握，当各门科学的专家从各自的小天地走到一起进行跨学科的交谈时，常发现由于用语不同、言聆阻隔而对新的研究成果难以彼此沟通，在这样的处境中，如果他们不曾沾染文人相轻、妄自尊大的恶习，就自然会产生寻找普遍概念进行总体协调的渴望，有了抽象思辨的迫切需求，这时来了一个对实验科学既无知又傲视的哲学行家在他们中间卖弄玄学，怎能不被嗤之以鼻？但正如暴君被逐并不证明社会不需要领袖，傲慢的玄学家遭到冷落并不证明具体科学成果不需要在哲学统率下达到跨学科的总体领悟。举例说，围绕生命起源与本质这一本体论课题，要涉及几十个自然科学学科的知识领域，有志于研究这专题的哲学家若抱住一套自认为普遍有效的方法夸口炫耀一番，重复说什么生命就是蛋白质的功能，哲学思维决不会有丝毫进展，相反，他应当首先拜这几十个自然科学学科的专家为师，向他们请教有关生命问题的最新科研成果，然后才有可能找到其间实际的联系，从他们所说出的各种特殊的学科术语中提炼出普遍的概念，以他们所讲述的许多局部为所凭的材料来构成一幅有关生命科学的总体图景，这才有了抽象思辨的哲学思维用武之地。摒弃无依据的臆造和无对象的玄思，阻止哲学变成傲慢的霸王和无家的游魂，让它复归为好客的领主，也就不会发生跟具体科学争地盘的问题了。有人担忧，众客挤满了我的住处，我岂不又被挤走了；学科领域里塞满了实验科学的材料，那还成什么哲学学科呢？这里用得着夏甄陶提出的“层次跃迁”概念。夏甄陶主张，哲学应“既立足于各门具体科学又保持着对于各门具体科学的超越性”。指出：随着各门具体科学的进展，随着人类从不同角度对人与世界关系的具体侧面的认识在形式上

的完善和在程度上的深化，哲学在总结概括各门具体科学研究成果的基础上而对人与世界的关系进行总体性把握就越显得必要和重要，哲学与具体科学在对象上的层次分化也越加明显。打一个形象的比喻，同一个地盘上可以有不同的楼层。如果哲学思维发现自己在住满宾客的平地上无处可栖，就该及早醒悟，他本该筑楼而居。简言之，哲学学科的每一个领域都应以实验成果为依据而具有立体化的多层次结构。

在此有必要及时作一重要补充。人们讲到哲学的层次超越性质时，通常只跟科学相比较而言，其实，哲学作出层次跃迁并不限于对待科学，对待人类活动的其他领域，哲学思维方式也予以层次超越。例如，在与科学认识相对称的实践意志活动领域，人类所作的技术规定、法律规定、道德规定等都是特殊局部的规定性，而哲学则要对这些规定性加以抽象思辨，提出高层次的普遍总体的驾驭规定性。又如，在民俗、文化、艺术、教育活动领域，人类所作的愉悦追求、审美追求、神圣追求、人格追求等都是特殊局部的追求，而哲学则要对这些追求加以抽象思辨，提出高层次的普遍总体的价值追求。

关于哲学思维的特点，朱德生强调它指向形而上，这看法在当前我国哲学界是异乎寻常地大胆而深刻的。由哲学思维与形而上对象的相互关系，朱德生得出了本体论、认识论和辩证法三者一致的结论。其实，一旦承认了思维对象除了有形而下的层次，还有形而上的层次，那末不但关于存在的思考可以作这样的层次划分（而关于存在的形而上思考就构成本体论），而且关于主客体之间的认识关系、驾驭关系和价值关系的思考也都可以作这样的层次划分，植根于实验、观察、记载的具体科学以及技术艺术活动等属于形而下层次，对之加以抽象思辨的哲学学科属于形而上层次。这样，就不仅摘除了百余年来误加于形而上学的朽败恶名而还其应有的地位，而且使形而上对象的领域较原先的理解有

所扩展，它不是等同于而是大于本体论，连同从本体论分化出来的认识论、驾驭论、价值论这些领域，只要在探讨的思维方式上达到了哲学应有的抽象性、思辨性，逾越了具体科学的特殊与局部的限度而升华到普遍与总体的高层次，那末它们也都会具有形而上的品格。关于两大层次的划分，朱德生的提法是，具体科学的思维是有限思维，是关于有限对象的思维，而哲学思维是无限思维，是关于无限对象的思维。从意向上，我赞同这说法，但对用语，我建议稍作修订。“无限”一词，许多人不是从思辨层次上去理解，而是从量的、数学的意义上去理解的，一讲到“无限”就立刻联想到宇宙的无限浩大，粒子的无限分割。黑格尔曾特地把这种空间直观的、数学思维中的无限称为“坏的无限”(或译作“恶的无限”)，以免让它混同于自己所讲的抽象思辨的、哲学思维中的无限。尽管如此，学哲学的学生不幸仍一再陷入这种误解，把数学所设立的无限大和无限小当作高深的学问津津乐道。这种思路上的岔道看来必得通过修订术语来矫正，我想最好不用“有”“无”来区分这两大层次，而把它们区别为“囿于限下”还是“逾乎限上”，分别称之为“囿限”与“逾限”的思维。层次的跃迁升华并不要求同任何界限都不相涉，只作与世无关的玄想，而是要揪住某种确定的界限来逾越它。正如夏甄陶所说：哲学思维必须以双脚立地并用双手从大地攀摘果实的人类实践活动为基础，哲学思维过程是从非哲学的对象世界（和主体活动）以及作为其观念表现的各种具体科学知识（和具体规定追求）中抽象概括出哲学问题并加以哲学研究和处理的过程。用“逾限思维”的提法取代“无限思维”的提法，有助于避免把哲学思辨误解为不着边际、空洞无物的高谈阔论。

以“结构”一词的内涵为例，近百年来，它经历了由囿限的具体科学概念升华为逾限的本体论范畴的过程。“结构”一词是有其感性直观起源的，最初来自建筑术，后来用于机械制造，上

世纪后半以来，许多学科在借喻的意义上采用了这个词：在化学中谈论分子结构，在社会学中谈论经济结构，在语言学中谈论语法结构，在物理学中谈论原子结构，继而又追究原子核结构与核子结构，在心理学中谈论神经系统结构，在文化人类学中谈论文化心理结构，……到今天，结构已经超越具体学科的界限而在哲学中得到探讨，升华为一个形而上的抽象思辨范畴。在这演化的全过程中，概念经历了三个层次：最低层次是起源于建筑术、机械学时那种没有离开感性操作活动的初级概念，以后上升为在借喻意义上指称一系列具体科学对象的概念，这些概念虽然抽象，仍有感性模型，尚囿于各该学科的界限之下，是囿限概念，最高层次是在哲学中被思考的概念，它所指向的对象由于跨学科而无法再用感性模型来描述，这就是逾乎限上，达到普遍总体高度的抽象思辨概念，是逾限概念。到这个高度，就会提出“什么是结构一般？”这样的形而上问题。

这样的形而上问题该怎么回答呢？按照对形而上问题的古老而稚拙的思考方法，就是像柏拉图、亚里士多德那样去寻找一个孤立的、僵化的、分离于现实的特殊结构之外的观念实体；由于把这种古老的稚拙方法称为“旧形而上学的方法”，导致了世人在长时期内对形而上学的深重误解，以为形而上学注定了同这种幼稚病终身相伴。人类为了医治这幼稚病，曾花费了千年以上哲学争论的代价，康德力图克服经验主义与唯理主义的两极片面性而把综合与分析统一起来，黑格尔肯定了这一努力而确认“在哲学方法的每一运动里所采取的态度同时既是分析的又是综合的”，并进而提出“必须在认识的过程中把思维形式的活动和对于思维形式的批判结合在一起”，“这是思维形式考察思维形式自身，所以必须由它自身来规定它自身的限度，并揭示它自身的缺陷”。黑格尔正是把这种思维运动称作“辩证法”。但问题在于，在进行这样的“思维自我争辩”时，怎么才能把具有真理性的辩证与

谬误的诡辩分辨开来呢？黑格尔由于否认了形而上对象的客观存在，就丧失了辨别两者的客观标准，无法在具有客观效力的辩证思维与只凭主观杜撰的诡辩臆造之间划一条界线。划这条界线的前提是承认形而上对象在客体中的存在，承认“结构一般”是一种客观存在，它才是分辨真理和谬误的准绳；但困难的是，它既然不像柏拉图所想象的那样在现实世界之外作为“实体”而存在，又该到哪里去寻找这个准绳呢？秘密就在当初的借喻之中。科学家们的借喻是有根据的：直接的依据是各领域科学家的理性的直觉（而不是感性的五官感觉），觉得这个对象（例如分子结构）跟那个对象（例如机械的结构）相似，因此那个词（结构）在这里（描述分子）有可喻性；而藏在这直觉背后的间接依据，就是两者在客观上的某种相同点，不同领域对象之间的形而上的共性。哲学思维的任务就在牢牢抓住许多领域的科学家当初那指向客观共性的理性直觉（在这点上哲学思维具有反思的特征），运用思维形式内部概念对概念互相切磋的方法，使其互相规定又互相赖以逾越自身，来表述这个客观共性。例如，结构必须与质料相关而言，任何结构的构建是以所凭质料的预先存在为前提的（分子结构以原子存在为前提），结构之为结构，恰恰就是所凭质料之间的相向作用和空间时间布局，一旦建成某个结构，就生成新的质料（特定的分子结构生成特定物质的分子），这结构既是所凭质料的外结构，又是所生质料的内结构，从所凭质料到所生质料的层次进展就是通过这结构从无到有的构建实现的，进入了这样的范畴网络，不但“结构”，而且与它相关相对的“质料”，就都成为超科学的逾限概念。这样的范畴网络是否具有真理性？衡量分辨的直接依据是各领域无数科学家的理性直觉，其间接依据是那直觉所指向的形而上客观对象。这就是探讨形而上对象的新型辩证方法。可以预见，采用这方法将使形而上学获得新生。

经过这一番侧重于方法论问题的反省和清理之后，可以明确

哲学思维的抽象思辨特点与哲学对象的形而上层次之间的对应关系。就对象而言，形而上层次的达到必须通过形而下层次的递进，必须透过特殊才能达到普遍，必须透过局部才能达到总体。相应地，就方法而言，辩证法并不是什么可以到处套用的现成公式或万灵药方，而是要求从容纳大量具体学科的囿限思维成果做起，对它们进行跨学科的比较研究，进行以普遍性和总体性为目标的逾限思维，通过概念之间的争辩切磋，提炼出抽象的范畴网络，进而探寻不同领域的范畴网络之间的协调一致而使之联合成思辨的范畴体系。借用形象的语词，可以把这样的层次递进、跃迁、升华过程喻称为“熔炼”。由此看来，方法论与上述五大领域（自然本体论、人类本质论、驾驭论、认识论、价值论）之间的关系，并不是互相并列，而是纵横交叠，因为每一领域内的层次递进、跃迁、升华所需要的辩证法，既有可以互相借鉴、互相启发的共性一面，又有受制于领域的现实素材而各不相同的特性一面，而不能另立一种游离于领域之外的封闭自足的方法论。既然如此，承认方法上的总特点与承认五大领域的大体划分就不相抵触了，正如承认哲学中的原则、原理的真理性与承认哲学体系应由领域组成不相抵触一样。

在迄今为止我国哲学界所耕耘的园地中，被称为“自然辩证法研究”的大课题，是与两大主义的体系有别的。向来容他性较多而排他性较少，向来习惯于像把矿石投入熔炉那样把大量现代科学所分泌的哲学思维素材容纳进来，其中有的课题涉及自然本体论（例如夸克囚禁问题、耗散结构问题、新达尔文主义与新拉马克主义之争），有的课题涉及认识论（例如库恩与拉卡托什关于科学史的见解、哥本哈根之雾、皮亚杰的发生认识论），有的课题涉及驾驭论（例如人机系统、技术史的阶段划分标志、自然生态与社会生态的相互关系）。研究的气氛既如此开放，研究者又大都具有较好的理科素养，对现代科学所提出的哲学问题又有

较浓厚的兴趣，本来可以指望能以这类课题为契机逐渐按充实领域的方式来建设哲学学科。可惜由于研究者往往把辩证法看成几条现成的法则，而不认为它是向形而上层次纵深钻探的特效利器，所以这些研究常常满足于在自然科学中为现成法则撷取例证，而不敢提出开创性的假设，不敢根据新发现的事实来矫正陈旧的断语。例加“从量变到质变”这一概括表述，对事物的质的规定性还处于不完整不确切的认识水平，在化学所发现的同素异构体这样的事实面前早已碰了壁，在现代化学、物理学中早已被“结构决定质”的表述所取代，但有些研究者却还在竭诚尽力为它撷取例证。又例如核子是否可分的问题，由于夸克囚禁现象被发现，已经引起一种新的思考方式：核子中的几个夸克，既是可分析的，又是不可分割的，因此核子也许具有可分析与不可分割相统一的本性，但有些研究者还在简单地重复“无限可分”这一不顾实验的断言。更值得注意的是，在描绘世界总体图景时，不少人按古代的变易观来理解“对立统一”与“矛盾转化”，把辩证法混同于循环论。人所共知，中国古代的《易经》与《老子》中就有阴阳交合、阴阳对转的思想，并在自然界的昼夜、四季、动植物生命史中找到无数例证。但这些不息的变化都会周而复始，形成循环，因此在总体上却可以归结为“常道不变”。这种朴素的变易观虽然从形而下的不息变易出发，却不可避免地走向形而上的恒常不变。与此相仿，在恩格斯的《自然辩证法·导言》里我们也发现了任何天体从生成到毁灭的“巨大的循环”。可是现代科学所提供的成果却向我们描绘了另一幅世界总体图景：既有结构层次的无限进展，又有结构样态的无限增添。就这种观点的起源而言，是对某个存在物予以解剖拆卸又重新联结组装的机械学方法，但通过主体对客体拆卸组装的能动改造活动却探得了客体结构层次进展的漫长且指向无限的阶梯与枝脉。这种脱胎于形而下的积木器具的机械观竟出人意外地成熟为结构进展与改塑

的无止境进化观。以上诘难无意对有关形而上对象的争论作出结论，我提出假设的同时就期待反驳，我正是把相反观点的反复交锋包括在熔炼之中，只有通过充分熔炼，清除杂质，才能达到向真理凝聚。

通过熔炼而向真理凝聚的过程，在人类本质论与价值论两大领域里将会艰难得多，却也壮观得多。

由于人类本质的规定性受制于许多方面、许多因素，也表现于许多侧度、许多层次，不仅表现在各个个人的生理心理结构的许多层次的状态，表现在各个个人的活动与他所支配或服从的工具与符号两层手段体系的交互作用，而且表现在人际关系的各种方式，个人在社会生产关系中或政治、军事等组织中的各种不同的地位，因此，对于人类本质的研究自古以来也由于侧重于不同的方面、因素、侧度、层次而形成许多不同的学派，彼此激烈地论战。古代的性善说、性恶说、内因说、外因说，都有自己现代化的后继者。当今，在心理学领域，有弗洛伊德主义和新弗洛伊德主义，有巴甫洛夫学派和行为主义学派，有格式塔学派和皮亚杰学派，有人本主义思潮，他们的争论激发人们对人性进行新的哲学思考。马克思曾要求从社会关系的总和着眼来考察人的本质，这就形成了着重从人际关系对个人本质的改塑作用来分析人的本性这种社会学方法；但按照马克思所肯定的“人是制造工具的动物”这一命题，马克思主义隐义中又蕴涵着必须重视生产力结构对个人本质的塑造作用这种工艺学方法。由此发展出这样的研究模式：从剖析生产力的结构入手，研究社会分工、社会经济形态和社会制度，研究人的与生产手段相关的阶级性，分析阶级内的与阶级间的人际关系及其对社会成员行为的决定作用。对这类研究的成果进行哲学反思，对某些研究者把外因说推到极端所导致的理论危机与实际危害加以省察，也是逾限熔炼的内涵之一。文化人类学则侧重于语言、文字、图像、记号等及其动态存

在所构成的符号体系对于社会个体与群体心理结构的制约作用，也兼顾到每一代人的创造活动对这套体系所施的影响。对这些实证材料的哲学思考，曾以现象学、语义哲学、结构主义神话学等形态出现。各学派的争执之所以在这个领域里分外激烈，不仅由于视角之多与分歧之大，而且由于各种观点常反映社会集团自己的现实本质与物质利益，因而当观点遭到批驳时，常不能保持冷静反思。为了克服浅薄的激动对哲学思维的干扰，更有必要明确主张要学会指向形而上对象的逾限思维。

在哲学的五大领域中，价值论成熟得最晚。在许多人对哲学内涵的理解中，没有它的地位；即便是已经认真思考了价值问题的哲学家，也不一定意识到对价值的思考本身就足以构成哲学的一个领域。朱德生在讲到哲学的根本任务时说："人类的全部认识活动和实践活动，可以说都是为了实现自己的理想，当人们一旦实现了一种既定的理想之后，他们又会提出新的理想，并为之实现而奋斗。……如果哲学不能指出在认识上和实践上存在着无限发展的可能性，并指出这种发展的方向和道路，那末，哲学便没有存在的价值了。"这段话结束时，终于提到了哲学存在的价值，这使我们返回去咀嚼上文时领会到那些话都为了说明这价值之所系，哲学的价值正系于人类所追求的价值，它表现为一种超乎现实、超乎认识、超乎实践的方向和道路，人们称之为理想，而理想之所以不愧为理想，就在于它具有那种值得为之奋斗的价值，一旦理想丧失了价值，人也就失落了理想。

哲学学科之所以必须把价值问题置于顶冠的位置上进行指向形而上的思考，是由于人类在走向宇宙主宰的历程中，从来都把自己一切活动的归宿落到对永恒价值的执着。这价值，当然不是指经济学所讨论的商品价值、价值规律等术语中的价值概念，它与使用价值、功利价值等语词所指的价值相比，虽有相近之处，但却超越了经济利益的限度而具有道德、审美的内涵，与意志、

激情相关，因而分量重得多，意义深得多，层次高得多，容量广得多。这是必须由逾限的思辨加以把握的形而上的价值范畴。价值论的对象之不同于认识论、驾驭论的对象的显著特点在于主客体不相分离。在认识论与驾驭论中，主体与客体是作为互相对峙的双方来建立相互关系的，通过中介，双方得以达到统一；但在价值中，对于对象的令人欣喜的状貌的追求与对于主体自身欣喜状态的执着，是不可分的，反转过来，自我实现需要的满足是同对象化生产性活动不可分的，主体就在对于对象状貌的规定行为中实现自我。特别是，当社会性的个体彼此值得互相爱慕崇敬、值得互相关切期待时，作为客体而面对主体存在着的，正是另一主体。人们对价值范畴难以把握，不仅由于它有上述主客体浑一的性质，而且由于，以不同等级、不同品格的价值为轴心的人类活动，展现为极其多样甚至互相排斥的方式，以致人们觉察不到它们指向同一个形而上的对象。在各民族的民间和专业的文学艺术作品中，到处弥漫着对故土、亲人、美好事物和美妙瞬间的眷恋、思念，这些价值细胞看来似乎琐细，却何以如此强烈地吸引着主体？那赞颂它们的文学艺术作品尽管只是一些召唤意象的符号，却又何以值得反复品味，一唱三叹，何以能充溢着如此隽永的魅力？古往今来多少殉职殉情的烈儿烈女在自己短短的一生中究竟发现了什么，是什么牵住他们以如此热烈的爱来执着它，当它的存在面临威胁时毅然以生命为代价来守卫和换取？而后世对他们的传诵之久远，何以竟能千百倍于他们的生命所占的时值？

价值追求的强化形式是寻求不朽。在人类还没有真正懂得什么是不朽，怎样能不朽之前，就已经苦苦寻求了它几千年，木乃伊、密封棺是最幼稚的方式，编织关于来世、复活、天堂、极乐世界的幻梦，并且当作真的来追求，就导致价值探索历程中巨大的历史曲折。寄托着价值观念的那些幻境虽属虚构，为企达彼境而以戒律约束行为的努力却是真实的。震惊于纵欲招来罪恶引向

毁灭的大量事例，使人把欲望看作陷阱，认定只有沿着禁欲之路才能通向不朽之境。当发现科学和技术被用来戕害人类时，又曾有人把认识能力和驾驭能力的壮大同生理心理需要的满足一样列为神圣理想的障碍而压抑它们，这造成广泛的匮乏，必然在陶醉于价值幻影的同时困于价值饥渴。实际上，纵欲与禁欲这两极，对科学技术的滥用与摧残这两极，都导致价值失落。在极度亏欠之后，存在主义思潮犹如在价值饥渴的煎熬中发出的凄厉呻吟，它从反面强调出，不朽是人类的高层次需要，重视价值论的哲学学派正在重新思考这千古的不朽之谜。

不朽之谜的谜底是什么？谜底的核心可能就在教育，就在按照美的规律对后代进行教育的系统工程。正如DNA的结构是任何生物物种赖以传种接代进化改善的信息依凭，超生物的人类世代传承弃恶臻善的信息依凭则是教育工程的结构，这信息传递使无数个体的创造活动所凝成的价值得以淀积为族类共有的财富而万世长存。固然，科学的教育理论必须以受教育者生理心理发展成长的规律为依据，因而涉及人类本质论，高效率的教学方法必须符合人类的认识规律和驾驭规律，因而涉及认识论与驾驭论；然而，阐明教育在人类全部活动中的地位和意义的教育哲学主导部分却属于价值论领域。唯有从价值论的视角，教育家才能认清自己的使命：教育对象并非被动的原料和产品，而是成长中的创造性主体，如果主体不成长到相应的高度，再好的理想蓝图也不过是一纸空文，教育应有能力也有责任使后辈在认识能力驾驭能力的强大程度和人格的完美程度等各方面超过前辈。唯有从价值论的视角，社会成员才可能洞察自我教育与终身教育的重要，使教育的功能深化为对日益丰满高超的人性境界的自我塑造与自觉构建的社会浪潮。在那靠着遵循美的规律的教育之功建立的一代高于一代的无限序列深处，我们才得以窥见自己的不朽永垂。可不可以在这个意义上重新理解“美育代宗教”的设想？也许我本

不必过早试揭谜底，而应该首先搜罗尽思想史上一切有关价值论的思想材料，投入逾限思维的熔炉，等待它们在充分熔炼中自然凝聚。

借助形象来概括，五大领域组成的哲学体系好比一头丹顶鹤，人类本质论是身体，自然本体论是腿脚，认识论和驾驭论是张开的两翼，而那引项远眺的头部就是价值论。这五个领域相互间的逻辑协调与有机整合，靠的是它们所共有的指向形而上层次，开拓逾限思维，构建范畴、原则、原理网络的辩证方法，它可以比作保证“五体协翔”的经络系统。“五体协翔”这词儿也许叫人联想起少年航空模型，如果是这样，倒使我得到安慰，因为我不但希望新时代的哲学能像航模那样轻巧起飞，而且祝愿哲学的守护者在尽察人类历史的挫折灾祸之后仍然保持而且永远保持一颗赤子之心。巧手童心的放鹤人，且慢，让我们校正一下起飞的时辰：这鹤难免像黑格尔所说的猫头鹰那样只在昏暗中起飞，但不在那黄昏，却要在晨曦前更暗的昏冥中，它的起飞将迎来耀眼的旭日。

此文首刊于《学术研究》1998年第5期

从感性认识向理性认识飞跃的奥秘

长期以来，人们都相信这样一个命题——感性认识积累多了，就会引起质的飞跃，产生理性认识。本人对此却产生异议。

一

我们知道，要是论感性认识的量，三岁婴儿跟十几岁的老猴相比是远远不及的，但若论其向理性认识飞跃的可能性，前者显然比后者强得多。原因何在？对其间差异的剖析促使我们注意到感性认识的质。由于人类婴儿的感性认识已处于人类社会实践的轨道中，是在使用工具和运用语言的活动中取得的，因而这种感性认识本身的结构，跟猿猴的相比，具有不同的质；正是这种质，而不仅仅是量，决定了它向理性认识飞跃的可能性与必然性。问题是这种质又是由什么样的生理基础决定的？

神经系统生理学的现代研究成果告诉我们，在人的大脑皮层中，手与言语运动中枢的神经元有一个联合结构，其核心是位于角回以及颞叶顶叶之下的总联合区。这个超乎一般动物水平的联合结构与人类所特有的理性认识功能的关系如何呢？现代生理学认为，运动中枢与感觉分析器的中枢部位是互相分离的；而通行的认识论观点却认为理性认识过程是继感觉分析器的心理活动之后发生的，根本没有设想过运动中枢在认识深化过程中发挥何种

作用。但马克思主义的实践观点早已指出，人类特有的认识内容依赖于人类特有的实践活动；这一观点自然的逻辑结论是，人类特有的理性认识之形成也依赖于人类实践得以进行的运动器官。本文由此提出一个理论假设：手与言语运动中枢的神经元联合结构不仅担负发号施令的职能，而且本身是一个新的认识器官，这器官与遗传生成的视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉等感性认识器官有别，是在实践过程中逐渐建造起来的理性认识器官，在建造的同时，又跟那些先天决定的感觉器官的中枢部位镶嵌联结起来。人类的感性认识区别于动物界的特有的新质从无到有的出现过程，也正是这理性认识器官从无到有构建的过程。手与言语运动中枢的神经元通过实践过程而建立起来的，与视、听、嗅、味、触等感觉分析器相联结的这一联合结构，尽管其最初的认识内容还处于感性的水平，却提供了一种新的可能性，使认识过程的心理活动成果能够以语词语句的形式表现出来。只要这些语词的词义是某种经由实践从事物中抽取出来的属性，这言语活动就已经是从感性认识向理性认识飞跃的最初环节。本文称之为理性认识器官的，就是这个“与视、听、嗅、味、触等感觉分析器相联结的手与言语运动中枢神经元联合结构”。

拿个别感觉器官的敏锐、耐劳程度相比，人类并不在一切哺乳动物之上，但人类感性认识的优越性在于，它从视、听、嗅、味、触等感官所得到的信息都有可能跟理性认识器官这个联合结构相连通，被它重新组织；随着理性认识器官不同部位的发生、发育、成熟，就会在不同知识领域里、不同认识水平上实现从感性认识向理性认识的飞跃。飞跃的积极内在动因是中枢神经元的神经活动的主动性与活跃性以及所建立的联合结构的精巧与坚固。

还应当注意到，来自其余感官的感性材料起码量的大小，在族类和个体是十分悬殊的。从族类进化的角度看，在人类漫长的

历史发展中，理性认识器官的构建不得不通过艰辛摸索的历程，由大量个体在同环境的相互作用中经历大量的尝试和失败，一步步地把合理的、合用的结构筛选出来，伴随这一过程，当然会有大量的感性认识材料参与其间。可是在个体发育成长过程中，理性认识器官是按照世代积累起来的现成范式构建起来的。在构建中，起主要作用的是手与言语运动器官的活动所遵守的范式，其他感性材料只要足以支持这活动，继而巩固其结构，就能辅助从感性认识到理性认识飞跃的实现，所需要的量是不多的。正如个体发育与族类进化的发展规律表现在量上十分悬殊一样，教育认识论所研究的认识过程涉及的感性材料与一般认识论所研究的相比，在量上也十分悬殊。片面注重感性认识的量的积累而忽视理性认识器官的构建过程，这在一般认识论中也许还算得上是一种不无缘由的误解；但在教育认识论中，早已成为贻害深重的明显错误。题海战术的理论基础不就是这种经验主义的认识论观点吗？

二

从经验主义观点下解放出来之后，遵照实践观点真谛的指导，我们在幼儿数学教学中进行了专门实验，用少量的感性认识材料来致力于理性认识器官的构建。结果，在智能开发上呈现出崭新的局面，幼儿的形式运演能力的发生发育比皮亚杰由大量统计所得出的年龄阶段分界线超前了好几岁。

就在1、2、3三个自然数的教学过程中，我们引导幼儿从感性操作过渡到理性操作，形成一种以算术命题为材料、以代数推导为框架的操作完形。这种操作完形最初包含的算术知识虽然很少，却在儿童的智力结构中萌发了代数推导的能力，使儿童往后可以在代数指导下学习算术，大大提高学习的主动性，明显减轻

学习新知识的脑力负担。

建立操作完形的教学过程大致如下：

一开始，只要幼儿对1、2这两个自然数以玩具为手段进行感性的操作，包括并拢、分开、数数，伴随实物操作过程，教儿童带着手势以优美的节奏朗诵："一和一，组成二；二可以分成一和一。"继而教认阿拉伯数字"1"、"2"。这阶段的任务是，让每个儿童通过亲自的实物操作和言语活动来建立1、2两个自然数的概念。在这些操作与言语的主动活动中，中枢神经所形成的结构正是关于数概念的理性认识器官的基础部位。

在这基础上，把实物操作的方式略予变化，形成加减互逆操作，伴随着加减操作的反复进行，教儿童带着手势匀称地朗诵："一加一，等于二；二减一，等于一。"边操作边朗诵的活动重复十几遍以后，亮出写好的算式：

$$1+1=2$$

$$2-1=1$$

教儿童读这两个算式。每个算式实质上就是一个判断，正确的算式是真值判断。这阶段的任务是，让每个儿童通过加减操作学习两个算式，也就是通过亲自的实物计算经验来构成两个真值判断，这判断不仅具有口头语言的形式，而且具有书面语言的形式。在这些主动活动中，概念已进入判断结构，理性认识器官得到进一步的构建。

现在再把全班孩子推上理性操作的前沿。理性操作的特点在于，所摆弄的不是实物，而是符号。在写有上次已经念熟的那两个算式的纸片旁边，立起五块小方板，摆成一个算式：$1+1=2$，在写"+"号的那块小方板反面写有"-"号。要求每个孩子来尝试，把这算式变换成$2-1=1$，或者反过来，把后者换成前者。通过尝试达到熟虑。最后教幼儿一首歌谣："头尾对调，加减改号。"为了明确含义，加深印象，歌谣的朗诵方式要求一定

的规格：(1) 带有手势动作；(2) 八个音节按如下整齐优美的节奏来朗诵：××|××0|××|××0‖。要让每个孩子学会这样一套活动：先读一遍面前的算式，然后按这规格朗诵一遍歌谣，接着动手调牌翻牌，最后读一篇自己摆成的新算式。这套活动，可称为“熟虑水平的理性操作”。这已经从算术上升到代数，从判断上升到推理，已经是在进行“形式运演。”

这样以1、2两个最简单的数为材料，建立了推理性质的熟虑水平的理性操作。在理性操作中，算术和代数是以这样的方式结合在一起的：算术命题作为被摆弄的材料，被运用的知识，呈现在对象中；代数推导作为摆弄材料的活动，运用知识的能力，发自主体。对象虽然是特殊的，含义极为狭窄；主体的操作模式却是普遍的，适用于任何加减算式。这同一个理性操作模式将来可以用于无数算式，那时幼儿将因普遍性主体与特殊性对象之间的和谐而不断地体验到迁移的自由，自由唤起愉悦，自由增强兴趣。

这一组感性操作和理性操作，也可以说已经构成了一个操作完形，但由于在这组数量关系中还没有显示交换律，所以还不能说已经达到了一个完备的普遍性模式。

于是，按照前法，引入数“3”的学习，再建立两个新的理性操作模式：

其一是2+1=3和1+2=3，歌谣：“加号前后，可以对调”。其二是3-1=2和3-2=1，歌谣：“减号后，等号后，可以对调”。

以上三种理性操作模式就是三种推理格式。在这“举一反三”的思维模式中，每一个算式都是来自实物计算即感性操作经验的真值判断，它们彼此之间，由三个形式运演即理性操作模式这样的正确推理格式组织起来，双方严密结合，就是本文所说的“操作完形。”三句歌谣在一组数量关系中连续运用，在熟练之

后，会形成一个体现辩证思维规律的“智力构建势”，成为消化新知识的内在动机。而这具有范式意义的操作完形，以及提供学习动力的智力构建势，在最初建立时，并不需要动用大量的感性认识材料，小小的三个自然数就足够了。形式运演能力在幼儿当中如此超前发展，在以往的儿童心理学实验研究中是观察不到也估计不到的。这是教育工程向教育心理学提供的新情况、新事实、新研究对象。

三

我们试验的成效实际上已显示教育认识论中的一般规律。这一规律，可概括如下：

（一）概念、判断、推理等理性知识的获得，并非依靠感性知识的大量堆积，而是依靠主体的超生物实践、言语运动器官在感知过程中的主动性，有理性认识器官的相应部位参与感性经验取得的结果。以数概念为例，概念的建立并非仅凭视觉印象（正在孵卵的母禽，三个蛋少了一个也会惊慌，说明从视觉感官材料方面区别两个和三个，是鸟类的认识水平所及的，但这并非数概念），而是以肢体操作（取件、敲击、数数之类动作的次数与对象的个数一一对应）的统摄结构为基础，结合语言符号（数词的语音、数字的字形），对这统摄结构的意指作用。以这些器官建立的心理结构才具备概念的抽象性。以算术判断（算式）为例，判断的建立并非仅凭观察，而是基于感性操作所造成的数与数之间的因果联系，又结合语言符号对这因果联系的叙述（“等于”一词之前的是因，之后的是果）。尽管并未观察大量的数量关系，只接触到两组数量关系的因果联系，然而操作一再重复时因果联系从无例外地原样再现，却给真值判断的建立提供了足够牢固的感性支持。以代数推理（形式运演）为例，推理格式的建立并非

仅通过观察比较一对对算式的异同，而是基于主体亲自摆弄符号的操作对算式进行改造，又结合带手势的歌谣对熟虑操作样式的讲说。尽管并未大量比较一对对可以互相转变的互逆或互换算式，只接触到两三对最简单的例子，然而每次按歌谣所讲的来改造真值判断总能造成另一真值判断而从不遭到失败，却给正确推理格式的建立提供了坚实的实践基础。

（二）教育过程向受教育者的智能发育所提供的环境条件，相当于母体子宫向胚胎发育所提供的环境条件，其保证高效率发育的奥秘同样是在于，借助经过筛选的、在量上最少、在结构上最精巧的信息，诱发正处于发育过程中的主体按一定的结构范式主动积极地自我构建。个体的自我构建与族类的结构范式互为条件。自由化的与填鸭式的教育方式之所以都是低效率的，就是由于都违背这一精神胚胎学原理。人类社会长期发展的文明成果，必须淀积在儿童所摸到、听到、看到的玩具、言谈、图像、字符的结构中。但是教育环境信息的功能在于提供精选的范式以诱发受教育者自我构建的主动活动，倘若阻抑了主动的操作与言语活动，那末无论是社会环境中的大量信息的照搬，还是知识或规矩的大量堆积，都是弊多利少的。

（三）知识与能力均衡发展的条件是，教育过程从特殊性的知识材料中提取普遍性的操作模式，使受教育者及早按照具有普遍适用性的范式进行自我构建，从而有可能以实践的普遍性来面对现实的特殊性，不断体验普遍性主体与特殊性对象之间的和谐契合。这种和谐契合会启发受教育者往后随时把所遇到的特殊性的知识转化为普遍性的能力，又以其普遍性能力为精神的胃肠来消化特殊性知识洪流中的泥沙鱼龙。

（四）被皮亚杰确定为形式运演能力形成前提的“守恒”，从现象上看是语言对所感知状况的描述（“还是这么多”、“虽然高了，可是细了”），但它的心理结构根源却在主体的操作对客体的

状貌所进行的改造活动方式，即在于操作具备互逆性、互换性等辩证构造而达到完整性，在于这完整性在实物（感性）操作基础上被符号（理性）操作进一步加固的程度，在于感性理性双层次操作完形的建成。操作完形建成年龄的早晚，决定了形式运演能力形成年龄的早晚，显示出智能开发效果的大小。在一般自发条件下的效果，与精心设计的教育条件下的效果，可有很大差异。

（五）“手与言语运动中枢神经元联合结构”这一理性认识器官的发育，在很大程度上受到操作模式与言语样式中美的因素对它的促进。孩童嫩弱的理性认识器官是容易疲劳的，美的艺术形式则具有提高兴奋消除疲劳的作用，能使理性认识器官的艰辛构建变成充满乐趣、愉悦并具魅力的过程，使智能的发育对受教育者具有强烈的吸引力。从教育哲学的理论高度看，立美教育的惊人效果对认识论基本问题所作的回答和论证正是：从感性认识向理性认识的飞跃，不是靠感性材料的大量堆积，而是靠理性认识器官按照完整合理范式的主动构建，因而范式的美是促进飞跃的有力因素。

此文首刊于《现代哲学》1986年第2期

草原音乐文化的哲理启示

三十余年前，当草原牧歌的声浪第一次涌到我耳际时，使我这个来自江南水乡的作曲学生震惊的是，这里竟丝毫听不到铁骑行进的节奏或刀剑铠甲的铿锵，却充满了温馨的挚情和深邃的沉思，这跟我少年时代从书本中得来的剽悍形象可说是截然相反。从那时起，在我探究音乐美学问题的思绪深处就一直盘旋着一个谜；如此诱人的艺术魅力是从哪里来的呢？三十余年来，命运给了我断断续续的机会，揣着这个谜周游过从锡林郭勒到巴彦淖尔的好些牧场，一次次沉浸在敬酒歌、赞歌、思乡歌、送别歌所充溢的蒙古包穹庐氛围里，品味那抚耳暖心的美之甘醇。发自肺腑的缕缕旋律一次次滋润了我在北京大学哲学系里反复咀嚼过的范畴定义，加之，对草原文化见识和造诣比我高得多的蒙、汉族学者们的长篇专著向我揭开了一幅幅迸发着创造活力的历史和艺术画面，引导我一步步朝谜底走近。

今天展现在我们面前，以其音乐、诗歌、舞蹈、体育、医术的奇葩异彩招人注目的草原文化，有着丰厚的历史积淀，时间的厚度不会少于两千年。纵观历史，每一个草原民族都曾经历从游猎于深山密林的摇篮童年时代到驰骋于辽阔草原的少壮成熟时代的转折，因而在每一种草原文化的根底里都能发现山林文化的襁褓印记，但这仅是事情的一方面；更值得注意的另一方面是，正如古老的旋律在流传后世的过程中会一再更换歌名一样，创造草

原文化的广大劳动阶层作为民族也曾经一再改变称谓，而所创造的文化却绵延不绝，一代盛于一代，从未随着古老民族称谓的消匿而亡失。当蒙古民族的祖先还作为山林中的百姓（蒙瓦室韦）生息在额尔古纳河以东的大兴安岭地区时，匈奴、东胡、敕勒、鲜卑等就已经相继或相伴成为亚洲北方草原的主人，代以继世地创造着、积蓄着草原文化，共计约有千年，这千年之厚的积层中最有生命力的瑰宝都仍然活在现存的硕果中；蒙瓦室韦渡过呼伦池到达鄂嫩河源与肯特山之间游牧繁衍以后，在融合这些族民并容纳这些历史成果的基础上继而进行了又一千年的创造，终于成为世上古往今来草原文化最伟大的继承者、收藏者、发扬者和创新者。不正是应该在这样的意义上来认识当今由蒙古民族文化所代表的草原文化吗?

随着生产方式由以猎为主转到以牧为主，人对待大量鸟兽草木的态度也由以夺为主转到以养为主，人与整个大自然的关系也逐渐由“与天斗”占优势转为“与天亲”占优势。虽然在自然灾害袭来时牧民们仍必须对大自然作严酷的抗争，例如用强弓射杀猛兽，抢在暴风雨之前围赶牛羊入圈，因而古代英雄史诗中的英雄气概仍是草原文化必备的素质，然而随着牧业生产力的提高，人们已经争得在大部分时间和范围内同大自然和谐共存，以主人身份爱抚周围自然界，这也正是草原文化本质上不同于山林文化的崭新素质。这新型的文化心理素质外化于文化产品，在音乐与诗歌中灌注得最为充盈，这里，人对自然已超越严酷的抗争而达到诗意的领悟，对英雄时代的回味已积淀在温馨的抒情之中，因此，在牧歌及其所派生的赞歌、思乡歌、婚嫁送别歌等长调体裁的歌韵诗情中积聚了草原文化对人类文明的独特启示，这是那些从体态外貌来认识草原民族的许多外族所不能懂得的。人与自然关系中的新素质迁移到人际关系领域，促成了草原民族崛起的历史浪涌。那些从军事冲突的角度来接触草原民族的许多外族同样

没能理解的是，草原民族强盛的历史过程之所以可能出现，是由于把内耗纷争转为内部协调的部落联盟，共同运用自然界所提供的财富和威力，正如古老的宴歌《茫茫大海》所教导的：“齐心团结紧密合作，是战胜困难的保证。”升华到宗教观念上，草原民族开始超越原始萨满教对几百种自然神灵的多神崇拜而探寻一个统一的自然神作为本民族的护佑，在“长生天”观念中不正寄托了集两大和谐（人与自然和谐，人际关系和谐）于一身的社会理想吗?

生产手段是人类的超生物肢体器官，这是马克思主义的隐义之核，只有从这一高度来看，才能对草原民族的超时代气概知其所以然。草原民族面对的是一幅辽阔无垠、包罗万象、生机万般的自然画卷，他已经把如此丰满多姿的自然事物化作自己强壮的超生物肢体器官。他不仅善用弓箭，而且善用套马杆和长鞭来延长自己的双臂。他对骏马的驾驭已经娴熟到能像迈腿一样使唤马蹄，并且不应忘记，不像那些非草原民族，骑马的权利和技能只是达官武士特权阶层才享有，在草原民族，这同时属于每个普通劳动者，因此，这种还在古代就把大地缩小了的高速度是全民族共同创造出来的。更重要的是，草原民族不仅延长了四肢，而且延展了胸怀。非但长杆飞蹄已把广袤空间缩小到宛如咫尺，而且牧业生产的长周期又促使牧民把漫长的历史置于自己的眼界之内，增强了史诗式的历史感，同时，牧业劳动方式的多面性与复杂结构要求有发达的手工业提供技术装备（史载蒙古草原上在十世纪就有了发达的手工业），于是，那水草丰饶的联翩牧场，那瞬息万变的无边原野，都已化作草原民族爱育万物的胸脯和柔怀，在这胸怀里生息繁殖的鸟兽草木，流转不已的自然生态，都已化作同他枯荣与共的筋脉皮肉。由此才能理解，草原民族何以连普通劳动者都惯于用人情体察鸟兽草木的境遇，用人意描摹山川风云的状貌，何以在牧歌里充溢着对景色的敏感，对骏马的盛

赞，对湖泊的厚爱，对故乡的眷恋，使人类的感情丰富到惊人的程度。牧歌歌词的丰富诗情投射到音乐中，就化作婀娜多姿、起伏不羁、疏密有致、伸缩自如的音调和节奏；而成熟的牧业劳动所培养的那种对业绩的连续感，对整合效应的期待，对系统工程结构的审美直觉，则凝结为牧歌旋律那气势磅礴的曲式结构。

毋庸讳言，在发展大工业这件事上，草原民族像许多种植业民族一样，落后了几个世纪。今天草原民族正来到一个历史时刻，不再满足于手工业的技术装备，而要跃入以大工业技术来装备牧业生产的新阶段。可是，即便在这样的转折点上，妄自菲薄也会造成失误，须知，率先发展大工业以开发自然的那些先头部队进入后工业社会之后，已开始反思由于对自然界的过度强制而遭到的报复和面临的危局，正在呼吁制止对工业的滥用以抢救生态危机，正在寻找人类与自然互相保护的新型生态秩序，试图运用后工业高技术来建立新的和谐，为人类找到前途。建立这种新和谐的能力来自何方？再不该执迷于把马克思主义的唯物史观误解为人被环境决定！借助技术应该达到的境界必须首先在心灵中树起，方能引导技术免入歧途。草原民族已经率先在两千年来创造的音乐文化中牢牢捕获了这层境界，率先在牧歌及其派生体裁中达到了、宣抒了把自然界纳入人类怀抱的恢宏气概，以诚挚热烈的讴歌向人类昭示了与天地和谐同寿的诱人情景。当前这登上工业化阶梯的时刻，不也正是唤醒这一自我意识的关头吗？

工业有各种垃圾，物质层次的垃圾是那些杀伤生态、污染环境的废弃物，精神层次的垃圾是那些喧闹刺激、扭曲人性的风靡货。面对这类自封为现代文化的精神垃圾在市场上的泛滥，草原文化怎么办？首先要致力于意境的矜持，守护着自己高洁的企慕；随即要致力于技术的吸收，摄取现代工业所提供的多侧面、高效率手段来托举并弘扬这意境与企慕。两者互补，方可取胜。从物质生产层次看，机电化学工业在草原上决不可取代牧业，而

应始终处于为牧业生产前沿提供最新技术装备的后勤地位，与此相应，在精神生产层次上，草原牧歌决不容欧美作曲法取代，秉有意境企慕优势而呼唤超前审美意识的草原牧歌主旋律将容纳后工业的音乐技术手段作为自己的织体武库与结构丰度而高扬于世界乐坛。

或许只有在充分领略了草原文化的哲理启示之后，草原民族才会成长到能够肩负起物质生产领域里的划时代重任。生物工程技术今天正在悄悄地从实验室走向大规模生产，可以料想，21世纪将由生物工程带动生产方式的大变革，这变革不仅是生产技术的更新，也是生产观念的更新。这种新观念，在积累了丰富的改良品种、养殖种植经验的草原民族却会感到亲切，因此，他有可能成为以生物工程带动生产方式变革的突击队。难点在于，要成为这样的突击队却又必须具备精湛的现代科技素质，这素质来之不易，正如今天在基础教育、职业教育和在职教育中已经出现的困境，数学与理科课程成了日益沉重的负担，沉重得使人担忧："这样下去，我们还能不能保持草原民族的本色？"的确，假如数理课程窒息了草原民族驾驭自然的活力，这个突击队就无由组成了。数理压倒人的局面必须翻转，人必须超越科学技术。出路在哪里？就在于，沿着草原音乐文化的哲理启示向纵深钻探，探得人与自然和谐的奥秘妙用，建立一种崭新的教育制度，在这里，数学理科成为负担轻而程度深的课程，社会常识成为条理明而眼界广的课程，生产制作技能与多种语言能力的培养成为充满乐趣的课程，因此可有充裕的时间，让草原民族新一代人人都能自幼扎根于草原文化的优秀遗产，一方面是民族传统体育与医术，另一方面是民族传统乐教，包括草原文化固有的音乐、诗歌与舞蹈。草原民族何时跨入以生物工程带动生产方式变革的轨道，取决于教育更新的步伐。前瞻来日，有能力建立以生物工程为标志的21世纪生产方式的一代代新人的成长离不开现代乐教

的哺育，在现代乐教中，草原文化占有突出的地位，那是因为，为了不断超越愈益高厚的技术重负，代代新人都将渴待那饱浸人性伟力、高扬和谐企慕的草原文化精品的滋养与激励，从中汲取那不竭的创造活力，为建立世界新秩序而昂首健步，勇攀幽径。

此文首刊于内蒙古艺术学院学报
《草原艺坛》1989年第1期

美学原理受人类学本体论洗礼之后

人类学本体论方法对哲学与美学施洗的历史过程，早在一百多年之前已经开始了，但由于这一思想隐泉的涓涓细流时续时断，时露时潜，洗礼竟迟迟不能了结。因此，哲学中的人类学本体论领域至今仍像一片疆界不清、路径难辨、久荒待葺的园林，鲜为人所知晓。

黑格尔的神学理式主义（为什么我用这个名词来代替“客观唯心主义”，详后）体系问世不久，就受到费尔巴哈人本主义哲学的冲击，这启迪了年轻一辈从神学转到人类学来思考人的本质及其存在历史。但在引领人们进入人类学本体论领域的同时，费尔巴哈却把人的本质误认为超历史的自然性和超功利的纯理论直观。青年马克思却从经济生活的现实着眼，看到了工业是“人的本质力量的打开了的书卷”，确认人类的物质生产实践是人类本质的根由所在。《1844 年经济学—哲学手稿》和《关于费尔巴哈的提纲》是人类学本体论方法对哲学与美学施行洗礼的第一阵涓滴。在《关于费尔巴哈的提纲》中已经明确指出人类实践才是人类认识之真理性的前提，其逻辑蕴涵是，对人类实践所显示的人类存在本质的探究，应当代替认识论成为人的哲学的框架。尽管如此，由于贯穿 19 世纪后半和 20 世纪前半的哲学主潮是对认识论问题的热衷，马克思的《提纲》远远超前于自己的时代，所以《提纲》发表之后很长一段时期，大多数人并未从中领会到这一

哲学信息。直到本世纪30年代，《手稿》公布于世，人们才知道“实践”概念在马克思早期著作中是同“人类本质力量”联系在一起的，是被青年马克思认作他在人类学本体论领域中所构想的新体系的基石而写进《提纲》里去的。然而，再度出现的历史不幸是，在马克思、恩格斯、列宁都逝世之后许多年才公布于世的马克思早年手稿却被权威性的马克思主义哲学研究机构鉴定为非马克思主义的著作，对人类本质力量的哲学思考遭到拒绝，这样的局面竟又持续了二三十年。值得注意的是，卢卡契在不断受到批判之后，坚持独立求索，终于转向对人类本质的本体论思考，直到晚年写出了《社会存在的本体论》。然而这又是作为遗著，在其本人死后才开始发表的。

同马克思的早期哲学文稿相比，列宁的后期哲学文稿的命运好得多。列宁哲学笔记中有关黑格尔《逻辑学》一书的那些随着摘要写下的评语，恰恰又是对神学理式主义袈裟下合理内核的吸取，是对神学本体论的人类学化改造；黑格尔在讨论“善的观念”时所提出的：“手段是比外在的合目的性的有限目的更高的东西”，“人因自己的工具而具有支配外部自然界的力量”，受到列宁的赞许，称之为“历史唯物主义的萌芽”。虽然列宁没能读到马克思的《手稿》，但对黑格尔本体论哲学思想材料的人类学化改造却使他跟马克思沿着同一条路，达到同一境界。这里又一次出现了导向人类学本体论框架的契机，因为人类使用、制造、创设、更新物质生产手段的实践活动作为人类本质力量的现实存在方式在哲学体系中占据什么样地位的问题，是亟待回答的。但是这一闪烁异彩的思想涓滴似乎过于细小了，无论是列宁生前，还是他的学生们在其哲学笔记发表之后，都没有能由此走向突破认识论框架的反思。

列宁哲学笔记的部分译稿在30年代就传到延安，毛泽东中期著作《实践论》继承了其中关于实践与认识关系问题的思考，

在哲学笔记中“实践高于理论的认识”这一重要论点的基础上，《实践论》进一步提出两个飞跃的公式。两个飞跃的三段式，以实践为起始点与终落点，理性认识是囊括于内的中间环节。这本来已经是以实践能力来解释认识能力，以人类本质力量为框架的体系，顺理成章，本该导向超越认识论范畴的本体论范畴体系。但思想史的事实却没有遵从这一逻辑指向，《实践论》把这两个飞跃概括为“认识运动”的两个阶段，而并不概括为囊括认识过程在内的人类本质力量成长的螺旋运动。把有关人类存在本质的哲学范畴这样挤压到认识论框架中去的想法，当然不是出于偶然或不慎，而是有强大的哲学思潮为背景的。在中国革命历史博物馆的珍藏文物中，至今可以在延安时期哲学讲义中读到要把本体论等同于形而上学而作为旧哲学的糟粕彻底摈弃的文句。哲学框架的颠倒错置造成了严重的实际后果：由于以认识运动为框架，实践就处在服务于认识的屈从地位，一味强调用实践来检验认识的真理性，而淡忘了必须用经过检验的正确认识来装备大规模社会实践以保证其成功，这样就在高唱重实践的同时降低了实践的品格，使其由于不能掌握客观规律而大量导致失败。出于小生产的狭隘眼界，想用每个个人的直接经验来代替全人类世代积累的认识成果，对于以符号体系形式保存下来的人类文化宝库，从怀疑、鄙视发展到贬斥，乃至要求取消借助于逻辑推导与理论思维的科学研究，取消系统化的教育工程，把工农业生产实践过程中的直接经验当作受教育者取得知识的主要途径，这貌似夸大了生产实践的作用，实际上却是把宏伟的建设降低为实验室中尝试水平的操作，甚至形同儿戏。有谁想得到，这种种人所熟知的狂热事例关系到哲学框架的颠倒错置：在全局上要求实践服务于认识，而不把正确认识掌握规律定为实践本质力量得以施展高扬的必备要素，不承认按美的规律进行生产才是人类本质所在？对层出不穷的经济失误的惨痛回顾，或许终究会化作喷涌的泪泉，完

成对哲学与美学体系的历史洗礼，把哲学与美学的认识论框架矫正为本体论。

一　人类学本体论对哲学洗礼之一般

正如同本体论是研究世界的本原、本质的哲学学科，人类学本体论是研究人类的本原、本质、本性，包括探讨人类的起源、历史发展和未来前景等问题的哲学学科。我不准备用“人类学本体论”这词来指称任何一种既定的主义（——ism），这词指的是哲学的一个学科（——ology）领域，在这领域里可以提出各种主义，允许相反的主张进行争辩。这是一个园林，而不是一个祭坛。祭坛是屠宰牺牲供奉神灵的处所，园林则是百草万木聚集生长的地方。在一个学科领域里可以进行种种探讨和争论，不必急于判定谁是谁非，有生机者自能繁殖，无生机者自会枯萎。但毕竟首先要允许这个领域存在，而不应当火烧园林，炮轰园林。

从学科的视角来论，认识论所注视的是有关人类认识的条件、能力、过程、方法、内容、可靠性等的问题，而人类学本体论则要求从人类的起源、历史看清他的本质，预测他的未来。人类学本体论不同于认识论的视角和方法，可以在同认识论的对比中进一步得到明确。通过这一对比也将容易看清，为什么说科学的认识论不能不以人类学本体论为理论框架和范畴前提。

认识对象与认识主体的对峙，是认识论必然面临的二元局面，想要从一方推导或解释另一方的任何尝试都违反科学。认识论必须思考认识对象是否存在的问题，认识对象的实际存在是科学的认识论不会怀疑的前提，那种把存在等同于“被感知”的主观主义认识论命题是极为可笑的。但是哲学史中的争辩也告诉我们，认识对象实际存在是一个作为认识的前提提出来的本体论命题，而不是可以在认识本身的范围内得到证明的，“世界本身是

否存在的问题是形而上学的假问题”这一实证主义观点之所以会在西方近代曾经那么顽强地流行，正是由于哲学思考封闭在认识过程的范围之内而失落了本体论立足点的缘故。另一方面，具备一定水平的认识能力的认识主体的实际存在，也是认识之可能发生的必要前提，因为主体的认识器官及其能力的从无到有，决不是可以由认识对象得到解释的。在一块岩石上空闪电雷鸣千万次，难道就会使这块岩石长出眼睛看到电光，长出耳朵听到雷声吗？高等动物所具备的视、听、嗅、味、触等各种感觉的器官及其感觉能力的形成，是漫长的生物进化史的结果，生物个体感觉经验之得以成为事实是以生物族类的进化史为前提的，而不是当前的感觉对象单方面解释得了的。沿着进化的历史阶梯上升，人类优于生物而能去芜取菁、去伪存真、由此及彼、由表及里的认识能力的形成，也是人类超生物本质结构的发生、发展和长期改进的结果。人类个体认识深化之得以成为事实，既是以人类的发展史为前提，又是以个体的发育成长和受教育过程为准备的。这种先于个体当下经验而出现的世界进化漫长历史的存在，是认识及其深化运动可能发生的又一个本体论前提，忽视或忘记这个历史前提而企图单方面从认识对象来解释认识过程的认识论主张，也是幼稚可笑的。

认识论的这两个相对峙的本体论前提，在认识论发展史上曾被不同的哲学流派侧重涉及。在资产阶级上升时期，英国经验主义强调知识有经验的来源，侧重涉及对象前提；理性主义强调人类有超经验的认识能力，侧重涉及主体前提。康德把这两个对立的流派加以综合，研究科学知识如何可能的问题，他抱有上升时期资产阶级的历史自觉，相信自然科学、数学、逻辑学是可靠的，要求进一步论证可靠的知识是如何可能的。他用以解释这“如何可能”的认识理论，众所周知，具有二元的格局：一方面，知识有经验的来源，来自物自体，但那是什么，我不清楚，是个

X；另一方面，认识还必须有先验的范畴，例如质和量、一般和特殊、可能性和现实性等等，这些范畴是从哪儿来的，我也不知道，又是一个X。实际上，这两个X背后都隐含着本体论同题，康德以他特有的疑问方式指向认识论据以立足的本体论前提。经过二百年的科学技术发展，今天我们已经知道，任何科学的认识理论都必须在对象与主体两大本体论前提下来研究认识过程中的生理学、心理学、工艺学、符号学现象。

对于认识论说来是双峰对峙的前提，只有转到本体论领域中才找得到一元化的解释。按照马克思在人类学本体论领域中所提出的一元化历史观：认识的对象是作为人类肢体的延长而存在的，是属于人类本质结构内部的质料，是这一结构的外化侧面；认识的主体则是首先作为生产实践主体而存在的，这生产实践主体是人类本质结构的物质性能动侧面，而超生物的认识能力（认识的能动性）则来源于生产实践能力（实践的能动性）。这样一个哲学框架，是马克思在1844年手稿中提出以后始终没有放弃过的，《资本论》正文、脚注及中期手稿中的许多论点复述了早期手稿中的提法，就可以证明这一点。

人类之所以能超越生物界，就在于他把整个自然界化成自己的肢体——这是马克思关于人类本质的一贯思想。在早年手稿中马克思第一次提出："在实践上，人的普遍性正表现在把整个自然界——首先作为人的直接的生活资料，其次作为人的生命活动的材料、对象和工具——变成人的无机的身体。自然界，就它本身不是人的身体而言，是人的无机的身体。"[①] 此处"无机的身体"也可以译作"非有机的躯体"。这是在人类思想史上破天荒地把整个自然界看作人的超生物肢体，认为人类的身体不仅仅指那生理学上的身体，而且还包括我们所使用的工具、所创造的产

① 《马克思恩格斯全集》第42卷，第95页。

品。在《资本论》第一卷里，马克思继续发挥说："如果不说现成生活资料（例如果实）的采取（在这场合，人自己的身体器官是唯一的劳动手段），劳动者首先直接占领的东西，并不是劳动对象，而是劳动手段。因此，自然物自身也就成了人的活动器官。人把它合并到他自己的身体器官中去，并且不顾圣经上怎样说，延长了他的自然的肢体。"正由于把生产手段看作人类肢体的延长，看作人类本质结构的组成要素，才引出如下的（P. 174）把生产手段同人类的定义相联系，同社会关系的发展水平相联系的论述："劳动手段的使用和创造，虽然在萌芽形式上已经为某几种动物所固有，但它特别是人类劳动过程的特征，所以佛兰克林就把人当作'制造工具的动物'来定义。要认识已经灭亡的动物物种的身体组织，研究遗骨的构造是重要的；要判别已经灭亡的经济社会形态，研究劳动手段的遗物，有相同的重要性。划分经济时期的事情，不是生产了什么，而且是怎样生产，用什么劳动手段生产。劳动手段不仅是人类劳动力发展的分度尺，并且也是劳动所在的社会关系的指示器。"

在温习大家熟悉的这些论点之后，我们要着重指出的是，这些并不仅仅是社会学、历史学的观点，而也是对人类本质进行哲学思考之后提出的命题，是哲学命题。为了使后人明了这些论点的哲学蕴涵，马克思在《资本论》第一卷（P. 395—396）写下了一个比正文更重要的、长长的脚注："一部批判的工艺学史，总的说来，将向我们证明，18 世纪任何一种发明，都很少可以说是任何一个人的功绩。但是直到现在，还是没有这样一部著作。达尔文使我们关心于自然工艺学的历史，那就是，关心于动植物的器官作为动植物生活的生产工具怎样形成的问题。社会人的生产器官——每一个社会组织的物质基础——的形成史，不是同样值得注意么？这样一部历史，不是更容易写出来么？因为，如维柯所说，人类史和自然史的区别，正好在于，我们创造了前

者，但是没有创造后者。工艺学会把人对自然的能动关系，人类生活的直接生产过程暴露出来，因此也会把人类社会生活关系及从此生出的思想观念的直接生产过程暴露出来。就说宗教史罢，一切无视这个物质基础的宗教史就都是——非批判性质的。当然，要由单纯分析找出宗教幻想的世俗核心，比之反过来，要由当时现实的生活关系进而阐述它们的天国化形式，是更容易得多的。但是，只有后者才是唯物主义的科学的方法。至于那种排斥历史过程的、抽象的、自然科学的唯物主义，那么，它的缺陷，当它的发言人越出他们的专门领域，散发出各种抽象的和唯心主义的观念时，我们早就已经领教过了。"①

这段迥乎寻常的脚注所蕴涵的哲学要领，大致可分述为如下九点：

（一）《关于费尔巴哈的提纲》所勾画的实践唯物主义蓝图，成年马克思已经把它深化细描为工艺学及其历史的哲学。这个以工艺学为立足点来解释人类历史的哲学主张，正是历史唯物主义的核心。

（二）用批判的眼光来研究工艺学的历史，是一项有哲学价值的工作。在1861—1863年经济学手稿中，马克思摘录了波佩所著《从科学复兴至十八世纪末的工艺学历史》一书中的大量段落，记下了工艺学研究先驱者的名字："早在十八世纪上半叶……列奥弥尔和肖为深入研究包罗万象的工艺学奠定了基础。""1772年，贝克曼第一个使用了工艺学这个术语。"② 在前人研究的基础上，完成一部《批判的工艺学史》的撰写将能揭开人类能动性的奥秘，这也是马克思对后人的召唤。

（三）生物进化史与人类发展史的衔接，自然史和人类史的

① 《资本论》第1卷，第395－396页。

② 《马克思恩格斯全集》第47卷，第432页。

衔接，可以看作自然工艺学史与人类创造的工艺学史的衔接，人类生产工具的进化是动植物器官进化的继续。生物的器官好比是“生物的生产工具”，而社会人的生产工具则可说是“超生物的器官”，它们都有自己发生发展的历史。这里描绘了对生物进化史与人类发展史的本体论一元化解释，它们是统一连续的大千世界存在本质结构进化历程的两个不同水平的阶段。

（四）生产工具是社会组织的物质基础，人类不可能不以由一定的生产工具装备起来的个人与群体为质料来建立相应的社会结构。按照拉丁文的原意，“物质基础”就是“质料基础”的意思，这话所蕴含的哲学范畴关系是：一定发展水平的生产工具是一定社会组织所凭的质料，而社会组织则是以生产工具为质料的外结构。不具备相应的所凭质料，就不可能有相应的外结构，这一观点是本体论领域中的质料主义观点。这一普遍性的关系在人类学本体论中予以具体化，就是，不具备相应的生产工具作为所凭质料，就不可能建立相应的社会组织作为外结构，这就是关于人类社会存在及其历史发展的质料主义观点。（质料主义汉译习惯作唯物主义，所以这一观点习惯译称历史唯物主义或唯物主义历史观。）曾被指为“唯生产力论”而遭到批判的，难道不正是这个观点吗？

（五）在工艺学中隐藏着人对自然的能动性的根源，人通过工艺学结构在物质生产过程中所发挥的，是物质性的能动性。在早期手稿中把实践规定为能动性与物质性相统一的本质力量这一思想，到这一时期已发展到在工艺学中揭开能动性与物质性相统一的谜底。工艺学显露了人类的生产过程，人类的创造能力从这里发源，以后才用之于组织社会生活，建立经济结构和耸立于其上的政治结构。有了工艺学这一物质生产领域里的能动性根苗，才能长出符号学这一精神生产领域里的能动性枝叶，人类社会生活中的物质性与精神性两个层次，正是这样被规定和相互推移

的。

（六）早先费尔巴哈“由单纯分析找出宗教幻想的世俗核心”，那是比较容易做的事，但真正科学的方法是要“由当时现实的生活关系进而阐述它们的天国化形式”，这也就是马克思要求“工艺学批判”和“政治经济学批判”这类工作承担的重任。马克思花费毕生精力在经济学领域里寻找答案，正是为了回答早年所发现的、在黑格尔式的思辨和费尔巴哈式的直观中都回答不了的问题。

（七）自然科学的唯物主义由于是排斥历史过程的，所以是抽象的。他们既不把对象看作人类长期历史的创造物，从中发掘属于人的性质（工艺学才能发掘它），更不把主体的能力看作经过悠久的人类进化史而生成的能动性物质力量（通过工艺学才发挥出来的），因此，他们所理解的物质是脱离了现实本质的物质，是某种为实验室所追求的隔离状态的物质，于是当掉转头来论及社会性的现象时，也就不可避免走向理式主义（为什么我用这个名词来代替“唯心主义”，详后）的虚构。这里，马克思几乎逐字重复了早年手稿中所说的“自然科学的、抽象物质的、毋宁说是唯心主义的”这串词组。马克思的哲学观点区别于旧唯物主义的界限，通过对工艺学哲学的阐发才更清楚了。

（八）人类学本体论的唯物主义不同于旧唯物主义之处在于，把实践主体的存在及其通过工艺学所发挥的能动性本质力量认定为物质存在的新质，这一不断更新其内结构的新质料（不断更新工艺学结构的生产力）才是人类历史发展的真正动力，也正是世界向更高层次进化的真正现实的动力。

（九）历史唯物主义的原义既然是关于人类社会存在及其历史发展的质料主义观点，那就不是什么认识论框架中的唯物主义观点在人类历史领域中的应用，也不应理解为一些社会学、历史学观点的汇集，而是通过对人类本质结构的哲学把握而树立起来

的本体论哲学主张，本身就是关于人类本质的哲学。如果人们对历史唯物主义并不这样看，那是对马克思深深地误解了。

讲到这第九点，我常常遇到这样的辩驳：对人类本质、本性的思考，是不成熟的马克思在费尔巴哈影响下的思想倾向，后来马克思就放弃了这些抽象的概念而转向经济学、社会学和历史学的具体概念，因此，对人类本质、本性的思考就不是马克思主义者的本分。人们还常常援引《德意志意识形态》中的一段话（P. 261—262）来加以论证。好吧，就从对这段话的理解谈起："由于费尔巴哈揭露了宗教世界是世俗世界的幻想（世俗世界在费尔巴哈那里仍然不过是些词句），在德国理论面前就自然而然产生了一个费尔巴哈所没有回答的问题：人们是怎样把这些幻想'塞进自己头脑'的？这个问题甚至为德国理论家开辟了通向唯物主义世界观的道路，这种世界观没有前提是绝对不行的，它根据经验去研究现实的物质前提，因而最先是真正批判的世界观。"这批"德国理论家"包括马克思自己在内。接着就讲到自己的著作。"这一道路已在德法年鉴中，即在《黑格尔法哲学批判导言》和《论犹太人问题》这两篇文章中指出了。"下面谈到马克思对当时一些情况的想法："但当时由于这一切还是用哲学词句来表达的，所以那里所见到的一些习惯用的哲学术语，如'人的本质'、'类'等等，给了德国理论家们以可乘之机去不正确地理解真实的思想过程并以为这里的一切都不过是他们的穿旧了的理论外衣的翻新……"马克思感到恼火的是，他的新观点被习惯用语淹没了，同辈的青年黑格尔派那伙人以为这些都只是黑格尔哲学里的陈词滥调。这促使马克思下了如下的决心："须要'把哲学搁在一旁'……须要跳出哲学的圈子并作为一个普通的人去研究现实。"[①] 有经济学、社会学、历史学的大量材料，那些热衷于

① 《马克思恩格斯全集》第3卷，第261—262页。

哲学思辨的年轻一辈不知道，马克思愿意钻到这里面去，从这些角度来研究现实，把自己最初表述哲学观点时所用的词儿尽量换成这些具体学科的术语。显然，当青年马克思走向以现实生活为物质前提的真正批判的世界观之后，这崭新的世界观最初是用哲学词句来表达的，因此这批早期著作中所见到的传统哲学名词已经是用来表达新观点的了，已经不再指向黑格尔或费尔巴哈哲学中原有的概念。只是为了防止共用的哲学术语淹没自己独特的新观点，马克思毅然作了战略性转移，跳出了哲学的圈子。这果断的战略转移难道是对自己哲学新观点的背弃？"把哲学搁在一旁"难道就是永远告别哲学，不再思考哲学问题了吗？把"人的本质"换成"社会生产方式"，把"类"换成"生产力"来论述问题，难道就等于不承认人类有自己的本质和本性吗？凡是读过马克思从1857年到1863年的大量手稿的人，都不会觉察不到，在马克思所用的经济学、社会学、历史学名词术语背后充满了哲学的潜台词，对人类本质本性的思索始终是马克思内心深处最关切的事。出乎辩驳者意料之外，在《资本论》第3卷快要结束的第48章里（P. 962—963），马克思毕竟又一次写下了一段同早年手稿的用语遥相呼应的话：

"所以，社会的现实财富和社会再生产过程不断扩大的可能性，并不是取决于剩余劳动时间的长短，而是取决于剩余劳动的生产率和这种剩余劳动借以进行的丰度大小不等的生产条件。事实上，自由的领域，只是在由必要和外在目的规定要做的劳动终止的地方方才开始；按事物的性质来说，也就是只是存在于真正物质生产领域的彼岸。像未开化人为了满足自己的需要，为了维持并再生产自己的生命，必须与自然进行斗争一样，文明人也必须这样做；并且在一切社会形态内，一切可能的生产方式内，都必须这样做。这个自然必然的领域，会随人的发展而扩大，因为需要将会扩大；但是，用来满足这种需要的生产力同时也会扩

大。在这个范围内，自由不过是由这点形成：社会化的人，也就是，共同结合的生产者，将会按照合理的方法来调节他们和自然之间的物质变换，把它安置在他们共同管理下，不让自己受一种盲目力量的统治，并用能力的最小的消耗，在最无愧于人、最适合于人性的条件下把它完成。但是不管怎样，这个领域总是一个必然的领域。只有在这个领域的彼岸，以本身作为目的的人类能力的发展，真正的自由领域，方才开始。并且这个自由领域，也只有建立在那个作为基础的必然领域上，方才可以繁荣起来。劳动日的缩短是根本条件。"①

关于马克思如何看待自己的早年手稿的各种以讹传讹而形成的误会，现在已经到了该澄清的时候。事实上，恩格斯在1845年2月20日信中称作"政治经济学著作"而今人称为"1844年经济学—哲学手稿"的，是一本名叫《政治和政治经济学批判》并且曾在1845年2月1日同出版商签定过出版合同的著作的未完成稿。而马克思花费毕生精力写作而未能最后完成的三卷本《资本论》，副标题同样也是"政治经济学批判"。可见早年手稿和资本论是同一部著作在不同写作年代的稿样。在马克思心目中，从事政治经济学批判是他主要的哲学业绩，而以此命名的著作，正如康德的三大《批判》一样，是一部哲学著作。通过这部著作要勾画的，是一个人类学本体论的轮廓。但这并非黑格尔的封闭体系，而是一个指向未来的开放体系，马克思无意于把它穷尽，而是有意指出许多未完成的工作留给后人去做。

习惯于把哲学看成认识论体系的人，常常认为，如果要建立本体论的话，那也是认识论的应用，不承认本体论是认识论的前提，倒认为认识论是本体论的基础。我们听到过这样的辩驳：要建立本体论的体系，必须有包罗万象的知识，必须积累可靠而又

① 《资本论》第3卷，第962—963页。

丰富的认识成果，可见本体论是要靠认识论才能建立的，而不是相反。在这个推理过程中，把“认识成果”跟“认识论”混淆了，把“以认识成果为基础”错当成“以认识论为基础”。科学的本体论体系必须以可靠的认识成果为基础，这是无疑的；但可靠的认识成果来自实践，来自人类漫长的物质生产实践和在此基础上分化出来的科学实验，这些认识成果除了为各人的直接经验所把握，主要地还保存于世代相传形成的符号体系中，而为各人通过包含在言语活动中的理性认识能力来把握。本体论体系的科学程度与认识成果的可靠程度成正比，这也是无可否认的；但这并不等于以认识论为前提，可靠的认识成果点点滴滴积累起来，远远早于认识论的建立。关于可靠的知识如何可能的哲学思考，是对以往认识成果的反思；这种反思可以促进认识的正确，减少认识的谬误，但并不是认识赖以发生和深化的基础或前提。认识的深化是以主体认识器官的延长为条件的。例如，望远镜和显微镜的发明，射电望远镜和电子显微镜的制成，大大延长了视觉器官；电、磁仪器的发明，使天生五官所不能感知的电、磁现象被人认识；对各种事物的量度把握，是由于借助各种测量工具和计算工具，才从不能到能够，从缓慢到迅速；各种科学概念的建立，是以追踪记录、标本制作、分类、排序、命名和规程严格的实验操作为条件的；如此等等。这些都是以主体存在的结构（工艺学结构）水平的提高为前提的，忽视这些物质前提的认识论，不可能是科学的认识论。

就连哲学史上一定时期出现的“认识论热”，也可以从实践主体的工艺学结构发展的状况和需求得到解释。为什么在人类思想史中有这么一个阶段，特别注意讨论知识的可靠性，把认识论、方法论问题提到最注目的地位？这要从物质生产实践的历史发展特定阶段的要求得到说明。正如科学技术史的研究所告诉我们的，大约从13世纪到18世纪，欧洲处于工业革命的准备到开

始发动的时期，工业革命开始之前有一个酝酿时期，那就是手工业工场分工发展的时期，预先积累了工业革命所需要的条件。工业革命要求自然科学、数学与逻辑学支持，后者又要为自身的真理性寻找哲学的守护神。认识论问题在资产阶级上升时期这样突出，通常认为是由于新兴资产阶级反对宗教教条，主张科学知识，这种说法只是描述了现象，没有指出根本原因。根本原因是工业革命的酝酿所提出的要求。大家关心认识论问题，是有这样的生产实践背景的，工业革命的要求成为“集体潜意识”（大家都在想这个要求，但是还没有人说出“这是工业革命所要求的”），在这潜意识推动下，大家都在问：正确的认识是从哪儿来的？可靠的知识怎么才能得到？寻找可靠的知识，是明确意识到的要求，热烈讨论认识论和方法论，是哲学界呈现的景象，但是，工业革命的准备和实行是这一切的潜在动力。工艺学结构进展的特定阶段产生了特殊的要求，把认识论和方法论的探讨推到了哲学的前台。认识论遮蔽本体论的深刻历史背景，仍在于人类本体历史发展的特殊阶段的特殊要求，这事最终仍须由科学的本体论哲学予以说明。

在承认本体论作为哲学学科存在的必要性以后，有人把它看成与认识论互相并列、互相补充的哲学学科，指望在互相补充中求得彼此的统一。针对这种看法，有必要指出，从人类同自然界、同对象世界的关系看，认识是关系之一，驾驭是另一方向上的关系，与关于认识的哲学学科（认识论 epistemology）相对称的，是关于驾驭的哲学学科（驾驭论 cybernology）。如果原先没有“控制论”这个词，也许此处就可以用“控制论”来指称，但既然现在“控制论”一词已被用来指称技术性的学科（cybernetics 的汉译），我们就不能用它兼指一个哲学学科，相关的哲学学科就要用另一词（驾驭论）来称呼了。这样，与认识论相对称、相并列、相补充的哲学学科，是驾驭论，而人类学本体论则

是这两者共需的基础和共趋的归宿。

当我们讨论人类学本体论时，如果不仅仅当作一个领域来注视它，而且希望筛选出一些正确无误的、同现代科学知识不相冲突的、可以指望在今后数千年不被淘汰的哲学主张来，那就不能不寻找科学的方法。马克思反复论述过的历史与逻辑相一致的方法，是大家所熟悉的。要对人类的本质、本性达到科学的认识，一方面要观察其历史发展的具体形态，正如在工艺学史和社会发展史中所观察到的各种具体的工艺学结构与社会经济、政治、文化结构；另一方面要追溯其历史本原，从人类的起源过程中探明人类之所以能超越生物界的崭新本质的建立过程，阐明物质生产作为人类实践（为一方）和言语活动作为人际交往（为另一方）相互推移如何决定人类本质的结构方式与构成过程。众所周知，恩格斯的《劳动在从猿到人转变过程中的作用》未完成稿是这一追溯的最初尝试。这是一种本质从无到有建立的过程，但是与神创世界观相反，科学的世界观必须用人类起源这一环节把生物进化史同人类发生发展史衔接沟通，阐明人类本质之从无到有的进展历程如何以生物界的进化成果为所依凭的前提，而且在生物界范围内也还必须把各物种的“进化树”梳理出来。现代科学所启发的哲学思维要求在对这许许多多“类”与“种”（界、门、纲、目、科、属、种）的各自特有的本质结构从无到有的发生和从粗陋到精巧的发展的比较研究中，找到贯穿全体的共同发展规律，以构成一幅统一的本体论图景。这也就是说，为了真正弄懂人类本质的建立过程，还必须研究人类之前的自然界的历史，因为如果没有人类之前的自然界的发展历史作为预备，也就不会有人类。当生物学家梳理出“进化树”而追溯到生物界的最原始形态时，又遇到了有生命状态和无生命状态的分界线，在这面前，在探索生命从无到有建立的过程时，科学世界观又与神创世界观相反，必须用生命起源这一环节把无生命分子由简单到复杂、由无

机到有机的发展史同有生命分子的发生发展史衔接沟通，阐明生命体本质之从无到有的进展历程如何以分子结构的进化成果为所依凭的前提，而且在矿物界范围内也还必须把参与构成分子的各种原子的本质本性及其内部结构剖析清楚，使一幅统一的本体论图景的各个细部更加清晰可辨。可见，按照历史与逻辑相一致的方法，在人类学本体论的体系中必定包容有自然本体论体系，因为既然先前自然界的发展进化过程是人类发生发展的前阶，人类之前的自然本体是人类本体的未然形态，那末，自然本体论当然是人类学本体论的前奏。

这样的图景一旦画出，人们就会顿时觉察到，“心”和“物”这对概念，对全局性的概括，无论当作总体矛盾，还是当作普遍矛盾，都是不适宜的。心与物的矛盾以往是用来概括认识论的基本矛盾的，但是从上文的分析已经看出，这导致把“物”一古脑儿赶到认识对象那边去，认识主体只好归结为仅仅是一些心智活动功能，而丢失了认识主体首先作为实践主体的物质存在。讲到对主体存在的科学理解，上文九点蕴涵的第五点中提到，有物质性与精神性两个层次，前者是工艺学这一物质生产领域，后者是符号学这一精神生产领域，但这两个层次却不能跟物与心简单地对应起来。我们既不应把物质生产领域描述为仅是物理过程，因为劳动者的能动创造是工艺学结构的核心和结构不断进化的动力；也不应把精神生产领域描述为仅仅是心理过程，因为语言的声波、文字的造型和任何其他符号的表现形式都是存在于头脑之外的物理过程或载体，马克思所说的“语言是思想的直接现实”，只要不被误解为“语义并无来自实践领域的心理内容”，那末所强调的本是：精神生产是在人际交往过程中才发展起来的，语言的首要功能是把各个个体的实践经验通过交往化为社会性的意识，它不可能不具备作为体外物理现象的外壳。在我们发现了人类本质结构的物质性与精神性两个层次不能与抽象的物与心这对

概念简单地对应之后，联系到这一本质从无到有的建立，又会问到，在人类起源之前的生物界，是否也有这种两层次结构呢？如果也有，那末人类本质的两层次结构不同于生物的根本特质又在哪里呢？对这两个问题的回答，心与物的矛盾也是无能为力的。当追溯到人类起源乃至生命起源之前的阶段时，心与物这时概念就更加不能适应了。传统哲学中的某些派别之所以能够用这对概念来讨论那些阶段的问题，是因为他们抱有神学的假设，在没有人类乃至没有生命体的自然界之外，同时有一个造物主，他是精神，他有心。在泛神论的观念中，精神或心可以藏在整个自然界内部作为自然界的固有秉性与之共存，那末就要想象，不但各种动物和植物都有自己的“精神”或“心”（这已经很像《西游记》所描绘的自然界了），连各种矿物，各种元素的原子以及构成它们的基本粒子，都该有自己的“精神”或“心”了。这当然只能是童话或吸引少年的科普读物笔法，而不成其为堪与现代科学并驾齐驱的哲学观点。

现代汉语用“唯心主义”来译拉丁字 idealismus，这词词根的希腊语源是“理式”；又用“唯物主义”来译拉丁字 materialismus，这词词根的希腊语源是“质料”。从语源看，“理式主义”和“质料主义”并不是认识论领域里的哲学主张，而是本体论领域里的。回到本体论领域里来使用这两个词时，译作“唯心主义”和“唯物主义”是会引起严重误解的，应当还它们的本来面目，译作“理式主义”和“质料主义”。在本体论领域里，“理式”与“质料”这两个概念是有科学意义的，而“心”与“物”的对峙则仅有神学虚构的含义。科学的本体论必须摈弃神学虚构的概念，从讨论科学的范畴入手。当然，“理式主义”和“质料主义”这两种主义谁是谁非，那是另一个问题，我们把“理式”和“质料”都看作本体论的科学范畴来加以讨论，并不等于同时承认这两种主义都是合乎科学的。在亚里士多德的本体论论述

中，用“形式”（form）这个词来代替“理式”，在“形式”与“质料”之外还有“动力”与“目的”，合称“四因”。他举的例子是浅显的，诸如，用木料造一张桌子，用泥团塑一尊人像。由于借助人类生产领域里的事物来解释事物存在的因由，就不由自主地给自然界的本体论图景带上了造物主的烙印，在他的学说里，“动力因”、“目的因”跟“形式因”拧成一股绳，来调动、支配、塑凿那惰性的“质料因”。

经过两千年的科学进步和思想革命，这幅图景从根本上改观了：1. 遍及宇宙的、超自然的、神学意义上的目的因，已经清除了，目的论世界观站不住了，目的性只可以作为动物行为和人类生产等领域里的特殊范畴加以讨论。当然，在人类学本体论这领域里，“目的因”、“目的性”和“合目的性”都是有意义的。2. 在寻找自然界进化的内在原因时发现，动力不是同形式扭在一起，倒是跟质料不可分离，是质料的属性。进入微观领域之后更发现，物质的粒子具有不同等级的能量，具有引、斥等相互作用力，处于不停的波动、旋转或相对运动中，等等。质料具有内能与主动性的理解代替了“惰性质料”概念。3. 更重要的是发现了，理式也好，形式也好，都只是结构的一个侧面，既可能是某个结构的外表式样，也可能是许多结构的共有模式，因此，在本体论范畴体系中，“理式”和“形式”让位于“结构”。4. 当“结构与质料的关系”代替了“形式与质料的关系”之后，人们就可发现，不仅可以凭既有的质料来建立种种不同的结构（碳、氢、氧、氮、磷等为数不多的几种元素的原子可以建成千万种有机化合物分子结构，在这情况下的关系，是所凭质料与外结构的关系），而且每种质料固有的本性都可以而且必须从它的内部结构得到说明（元素的性质靠原子结构来说明，在这情况下的关系，是内结构与所生质料的关系）。正如马克思用器官构造、工艺学结构、经济结构等概念来解释各种人类学现象的质的规定

性，近代化学明确地教导了本体论哲学：质料的内结构决定它的本质，或者简言之为“结构决定质”。这条法则也代替了“量变引起质变”这一命题。原先当作“量变引起质变”例证的各种化学现象，都必须用结构的描述才能真正得到理解，因为所凭质料的量只是特定外结构得以建立的条件之一，此外还须有不同的所凭质料的空间布局和时间程序等因素，以及结构建成的边界条件，后者的状况虽可通过测定而借助数量来表述，其本身却并不仅仅是一些数量而已，如果所凭质料和边界条件的量可以影响到所生质料的质，那也必须通过结构（它既是所凭质料的外结构，又是所生质料的内结构），在那结构被改造的关头，也正是“引起质的飞跃”的关节点。除了这些质与量相关的现象之外，同素异构体的存在使得“用量解释质”的想法完全碰壁，而不得不求救于结构分析。“量变引起质变”是自然科学不成熟阶段对“结构决定质”这一自然法则的不准确叙述。当门捷列夫发现元素周期律时，他本人并不承认原子有内部结构（按照 atom 这个拉丁字的希腊语源，那是“不可分”的意思，当初许多自然科学家都曾相信这一点），他真诚地坚信，元素的性质就是随着原子量的增减而周期性地变化的，这种“量变引起质变”的信念也确曾支持并推动了他的探索工作，但是，当原子物理学在本世纪 20 年代以量子场论揭开了原子外周电子壳层轨道的结构规律以后，门捷列夫所发现的周期律固然进一步得到证实，他把周期律根由归结为量的理解毕竟已完全过时了。

经过科学的筛选，代替神学的虚构而成为本体论哲学普遍性范畴的，是质料与结构。“结构规定本质”这一观点，从发源地化学传遍一切学科，终于以“结构层次进展”原理改造了本体论哲学。

质料与结构这对范畴，同时处于两种关系中：

（一）所凭质料与外结构的关系，是进展关系，所凭质料对

外结构的建造有主动性，外结构对所凭质料有改塑作用。

（二）内结构与所生质料的关系，是等同关系，内结构对所生质料的本质有决定作用，所生质料对内结构的种种侧面予以统摄而呈现整一性。

结构层次进展的历史阶梯大体是：1. 基旋子内结构。基旋子，有人称作“基本旋量场”，有人称作“夸克”。它的内结构如何？这结构还有没有所凭质料？这两个问题留给未来的物理学家回答。我们的这个历史阶梯在始端保持开放。2. 基旋子外结构，即基本粒子内结构。不过也许某些特殊的基本粒子（光子、电子等极轻的粒子）并非由基旋子构成，而是与基旋子有着特殊的亲缘关系。3. 基本粒子外结构，即原子内结构。但某种条件下基本粒子可以不构成原子而直接聚集成宏观物体，例如中子星、白矮星、黑洞。4. 原子外结构，即分子结构。但在许多情况下，原子可以不构成分子而直接聚集成宏观物体，例如纯金属块、金刚石等。在分子结构这一层次里出现了生命体，在能量耗散过程中构建起来并藉此保持其存在的复杂分子（耗散结构）具有自我复制的本性，这就是生命体生长与繁殖的原始表现方式。（无生命的分子向什么样的外结构进展，涉及阶梯外的旁支，此处从略。）5. 生命体分子外结构，即细胞内结构。某些生命体分子（例如病毒、噬菌体）是始终没有组织成细胞的，但植物界和动物界的一切物种存在，都以细胞为最小单位。6. 细胞外结构，即生物个体内结构。在这层次内，有生物解剖学、生理学上的各种“组织结构”和“系统结构”，可以看作各个“亚层次”，其中包括“神经系统结构”。随着生物的神经系统发展到高级阶段，高等动物体内的心理现象也随之形成了，这就是“心”（精神）的前身从无到有发生的过程。（在生物界，生物个体普遍都有它们的外结构，表现为群落生态结构，此处从略。）7. 生物个体使用工具与语言以延长其肢体器官而建立的外结构，即人类个体内

结构。人类的超生物能动性萌发于把体外物件当作工具来使用的专职器官（手）的形成，大量的、多种多样的使用工具的活动所积累的超生物经验使类人猿群体相互间的有声传达信号转化为语言，由此形成“两层两侧四方关系”（实践层、符号层、能动侧、外化侧）[①] 结构方式。其中的符号层能动侧即“心”（精神）之所在，也就随之而从无到有生成了。人类个体内结构之所以具有社会性，是由于这一结构方式的所凭质料，在实践层中包括了族类长期历史发展中相继创造的工具，在符号层中包括了世世代代社会交往中积累形成的语言文字等符号手段，它们都是来自群体活动的成果，但又都已转化为个体的能动活动所能支配的质料而隶属于个体内结构。这就是“积淀”。“外结构对所凭质料的改塑作用”在此既表现为：各个个体在运用工具和符号过程中以其能动性的创造活动使各种工具和符号及其运用方式和能力全都逐步经历深刻的历史进化；也表现为：人类个体外结构即社会结构改塑了人类个体内结构即人性结构，阶级性的形成与扬弃，也可由此得到说明。8. 人类个体外结构，即社会结构。这历史阶梯的终端指向未来，保持开放。

关于自然本体论和人类学本体论的内在联系，还应该提到：自然本体论的研究可以促进人类学本体论的研究。在《1844年经济学-哲学手稿》中，马克思写道：“正像关于人的科学将包括自然科学一样，自然科学往后也将包括关于人的科学：这将是一门科学。”马克思和恩格斯提倡自然辩证法的研究，这个“法”如果不局限于“方法”，而是深化为“法则”，这就是自然本体论的领域。每一个时代的自然本体论研究者如果知道，对于有关自

① 关于这一结构的详细论述，参看：方耀：《论从猿到人的过渡期》，载《古脊椎动物与古人类》第14卷第2期（1976年4月）；赵宋光：《论美育的功能》，载《美学》第3期（1981年6月）。

然界的新知识进行哲学概括，必定会引起对人类自身认识的新的突破，那就会对人类学本体论主动作出更多的贡献。自然科学家和工程师是自然哲学家的老师，人类学哲学家应该再拜自然哲学家为师，因为每个时代的人类学本体论所能达到的科学高度，依赖于这个时代的自然本体论的成果所达到的科学高度。并且，自然科学的发现总是通过工艺学结构的更新充实了人类的本质，因此，自然哲学也能通过工艺学的哲学来充实人类学本体论。人类运用自然定律而建立的工艺学结构，既包含自然定律在内，又高于自然定律，因此对自然法则的哲学思考如果不固步自封，会有助于对工艺学结构达到哲学深度的理解，也会有助于对人类本质力量的历史前景作哲学的展望。凡是从研究工程成长起来的哲学思想（例如控制论、系统论），都是工艺学的哲学思想，都属于人类学本体论领域。所以说，从自然本体论走向人类学本体论，是哲学成长的必由之路，前者是必要的预备，后者是必然的归宿。

代表每个时代最先进的生产力——这是马克思对哲学的要求，对自己的要求，这也是一个没有时代限制的要求。怎样才能代表当代最先进的生产力呢？能够建造最先进的工艺学结构的，是掌握了客观规律而具有发明能力的新型生产者，哲学要唤起这些创造者的历史责任感和首创自觉性。劳动阶级仅仅知道自己的利益在哪里，仅仅看到自己作为现代化消费者的形象，是远远不够的。怎样用最先进的工艺学结构来创造这些利益，才是问题的关键。从哲学上看到自己作为最先进生产者的未来形象，这就是每一个时代的劳动者所需要的自我意识。生产过程对高质量的追求，应当发散为对人类命运的高度责任感；生产过程对高效率的追求，应当通过技术精益求精的更新目标延伸为不倦掌握科学的终生自我教育。由于热烈企慕生产力更新的实现，必然关切新生的一代又一代的早期教育、基础教育与创业教育，使恪守言行一

致的自觉自律自主人格的自我锻造得以立为教育之本。由于机敏维护先进生产力的推广，必然致力于协调人际关系，争取制订促进生产力更新的法律、法令与政策。自觉性应表现于，把发源于先进生产力的创造性设计能力自觉运用于组织社会生活，创造性地实现生产关系及其上层建筑的高度合理化。历史正在期待一个高于最发达的资本主义的社会形态，这只有按照最成熟的大工业大农业的工艺学结构来进行构想，只有靠掌握了自然规律和社会规律的精心设计，这须要让劳动群众有机会成长为工程师，从群众规模的宏大的工程师队伍中才能涌现出能够设计和建造新型社会制度的现实力量。这力量的成长也需要来自哲学的自我意识。

工艺学及其历史与未来的哲学将唤起现代化生产者的自我意识。人类学本体论方法对哲学的洗礼也将于此得到完成。

二　对于美的存在的哲学思考

近三十多年来，在中国美学界曾进行了“美在哪里”这一问题的热烈争论。争论所围绕的问题，在某些局外人看来是“抽象”而“无谓”的，在许多他国美学界是引不起兴趣的，所涉及的正是关于美的存在的哲学问题。关心这样的哲学问题而独立地进行探讨，显示了健康的哲学思维状态。对于某些实用主义派别来说，这样寻根问底是毫无必要的，艺术品只要能引起愉快，或引起轰动，或带来赢利，或受到褒奖，那就是好的，好的就是美的。某些国家的美学理论认为，丑是不存在的，事物之能否被感知为美取决于主体的审美能力够不够强壮。某些国家的艺术流派则认为，美是一个过时的概念，古典主义和浪漫主义曾追求美，现代主义所追求的不是美而是新，美不美并不重要。中国的美学界不盲目追随这些主张，而有自己独立的看法，仍然孜孜不倦地思考美学的根本问题，是难能可贵的，是值得载入史册的。

虽然关于美的存在的哲学问题本身是属于人类学本体论领域的，但参与这场争论的不同学派并不全都已意识到这一点，有些学派仍然按照认识论问题的提法来进行争论。由于认识论的框架容纳不下从不同层次、不同侧面来把握美的存在与本质的种种不同的见解，不同学派的观点就显得互不相容，不相容的长期僵持甚至招来学者们之间的龃龉。不同于中国美学史上以往任何时期的是，参与这场争论的所有学派都要求自己以马克思主义观点为立论的依据，并且由于《1844 年经济学—哲学手稿》已在这时期汉译出版，各学派都不再像 30 年代的某些学者那样守着车尔尼雪夫斯基和普列哈诺夫的论述。但同时，由于对马克思早期手稿的本体论哲学基础理解不足，不同角度的或多或少的误解就在所难免了。今天我们回顾这场争论中的是非得失，不能不引起对领会马克思原意准确程度的反思。

长期以来人们习惯于以认识论为框架提出问题进行争论（美在客观还是主观，美在物还是在心），但是从人类学本体论的视角，首先要提出的问题是：美丑的存在始于符号层（精神生产层次）还是实践层（物质生产层次）？

美丑的存在始于实践层，而不是始于符号层。按马克思的观点，问题是这样回答的。但是许多愿意成为马克思主义者的人还不曾明确意识到这一命题。至今仍有人认为，艺术美是美学的中心课题，只有以艺术作为美学研究的对象才能建立科学的美学体系。这种把美学的对象狭窄化到只包括符号层的主张，就是不愿意正视，或者是无视，甚至是抹杀美首先存在于物质生产层次的事实。人们是否注意到，为什么恰恰是在一部分析政治经济学问题的文稿中，马克思提出了“人也按照美的规律来造形”这一美学命题？这难道是偶然的吗？这命题既涉及人的本质，也涉及美的本质，无论是人的本质还是美的本质，根源都在物质生产实践之中。如果真正懂得马克思所提出的“物质生产实践”这一概念

的哲学内涵，那就会从上述命题自然地推想到，工艺学的美学（技术美学）和经济学的美学应当是科学的美学体系的基础部分。

有实践层中的美丑，有符号层中的美丑，这是美丑存在的两个不同层次。这两个层次之间的关系，可用“拓展”与“反映”这一对概念来描述。人们长期以来习惯于从认识论的角度谈论反映论，其实马克思所讲的反映是本体论意义上的反映，它的第一重含义是符号层对实践层的反映。马克思、恩格斯著作中提到的“社会意识对社会存在的反映”，不应简单化地解释为“心对物的反映”，而应准确地理解为精神生产对物质生产的反映，形象化的讲法是，精神生产领域里所发生的事件是物质生产方式的一面镜子。这是人类学本体论意义上的反映，不同于认识论意义上的反映。当我们用“反映”一词来描述精神生产对物质生产的关系时，自然会反过来问：物质生产对精神生产的关系又是怎么样的呢？可以说是“被反映”吗？“被反映”这词之不妥就在于它取了被动语态，用被动性描述了物质生产实践在人类社会生活中所处的地位。但是正如马克思在早期手稿和《资本论》中指出的，物质生产活动具有物质性的能动性，物质生产对于精神生产的作用是主动的，主动地要求精神生产来表现自己，为自己开路。这种主动性作用，可用拓展（extend）一词来描述。用主动性的“拓展”概念来代替被动性的“被反映”概念，用拓展与反映的交互作用来描述实践层与符号层的相互关系，是本体论的反映论引人注意的特点。

接着就要讲到本体论的反映论的第二重含义，那是，能动侧向外化侧的拓展，外化侧对能动侧的反映。无论在符号层还是实践层，都须对能动侧与外化侧的关系有正确的理解，不过在此我们暂时着重讨论实践层内两侧之间的关系。马克思早期手稿中所讲的“人的本质力量的打开了的书卷”和“在一个由他创造的对象世界里观照自己”正好指出了物质生产领域里能动侧的拓展和

外化侧的反映。这个意义上的反映也许可以醒目地表述为“客体反映主体”，例如各种刀具的造型和机器的构造正好反映了早先较简陋的刀具和机械的长期使用者的运用活动，工具的制作者把劳动者的种种动作样式转化为物件的形式和结构。只要是对工艺学的历史发展稍有常识的人，都不会否认，是外化的工具反映了能动的人，而不是相反。至于大工业早期把工人当作机器的附属品来使用而使机器的刻板被反映为工人的愚呆这类情况，只应看作人的本质力量在工业不成熟阶段的异化表现，是有待医治的病症，而不应误认为是生产实践的本质所在。但是，关于人类本质的“客体反映主体”这一命题，跟认识论中的“主观反映客观”那一命题是如此针锋相对，不能不引起哲学思维的剧烈震颤。当然，“客体反映主体”这一命题中的“客体”一词，从马克思的哲学体系看来是不准确的，因为马克思认为工具是人类肢体的延长，是主体的器官，是主体的一部分，整个自然界都已随着人类实践力量的壮大而成为人类这一宏伟主体的组成部分。所以“客体反映主体”这一命题仅在附加注释的条件下才可以讲，更准确的表述则是：人类本质结构的能动侧拓展到外化侧，外化侧反映了能动侧。

既然美丑的存在始于实践层，我们就要问：美丑的分界线是什么呢？美的规定性是什么呢？在美的本质规定中，外化侧和能动侧处于什么样的相互关系中呢？

对于实践主体的存在与发展具有肯定性价值的事物状况，对他的某种相宜性，可以以“美”名之；反之，对他的存在与发展具有否定性价值的事物状况，对他的某种戕害性，可以以“丑”名之。

对于主体的相宜性还是戕害性的最粗浅的理解是，还不考虑到实践的过程（中介结构），而仅仅着眼于实践的基本前提和最终目的，即主体存在的一些最基本的需要，从满足人的生理需要

而言是相宜还是戕害来着眼。在这个最低层次上，美丑的界限是分明的：清新的空气，洁净的山泉，明媚的春光，是美；横尸遍野，全城大火，地震山崩，是丑。但在美学理论上我们时常遇到这样的反驳，说这是功利价值的肯定性与否定性，是善恶，是好坏，不是美丑。这无疑是功利价值，但功利价值的肯定否定就等于善恶吗？善恶是蕴涵有目的意识的，但事物对人的相宜性与戕害性却不一定是有意识行为的结果，其中大量是自然界固有现象对人所产生的效应（横尸遍野、全城大火都有可能是自然灾害诸如瘟疫、火山所造成的），把相宜性解释为神的恩赐，把戕害性解释为神的惩罚或魔鬼造孽，都是虚构，而不是科学判断。所以说，把功利价值的肯定与否定等同于善恶，是错误的；把它们概括为好坏则未尝不可，但也以如下限定为条件：这好坏不是指好心坏意，而是不涉及动机或意图，指事物所具有的、作用于人类的功能，在这意义上的好坏，就是相宜性和戕害性的最低层次，就是美丑的最低层次。换句话说，肯定性的功利价值，对人类生存基本需要的相宜性，是美的存在的必要条件，虽然它对于高级形态的美的存在还不是充分条件。

即便通过这个最底层次的表现，我们也已经可以对美的存在的人类学性质和非主观性得到明确的认识。

美的存在，即便是在自然界固有的现象那里，也是一种人类学领域内的属性。我国美学界有的学派热衷于论证美的自然性，这种要求并非没有合理的成分，因为的确并不是非得经过人类加工改造过以后，事物才能够成为美的，自然界有那么一大批事物，它们原有的状貌、形态、结构，对人类作为实践主体的存在就是相宜的。但有哲学思维能力的人不会意识不到，美既然是价值的肯定性，必然以衡量它的尺度的存在为前提，自然界固有现象就其价值而论是肯定还是否定，不可能是以它们本身为尺度，而只能是以人类的需要为尺度（对人有益还是有害，益大还是害

大），如果没有实践主体这个尺度，也就无从判定其价值。所以说，即便是那些未经人类加工的自然界固有的现象，它们作为美或丑而存在也并不是一种与人类无关的纯自然的事实，而是在人类本体的外化侧对于能动侧的关系上，以能动侧的需要为尺度，它们作为外化侧在价值上所具有的肯定还是否定的属性。在工业文明走向成熟的今天，人类对于自然界不仅知道征服和改造，而且开始懂得保护和治理，自然界的人类学性质就日益明显了。那些原先自然而然存在的、有益于人类身心健康的自然条件，在一度横遭糟踏之后，今天正成为环境工程中明确的生态指标加以抢救。人类一旦丧失过它，就懂得了要倍加爱惜，像爱惜自己的机体健康一样，这正是新时代的人类本体自我意识。对“人化自然”的误解，也应当由此得到纠正。我国有些学者在讲解马克思早期手稿的课堂上曾以环境污染当作给自然界盖上实践印记的例证来阐述“自然的人化”，这是严重的误解和颠倒。实践的本质在于从自然界取得自由，即，把客观规律纳入社会目的的轨道，以合规律性来保证合目的性。人类对客观规律的掌握有一个从小到大、从局部到全局的历史发展过程，在那些不成熟的阶段，有可能出现只顾少数人眼前利益而损害全社会多世代幸福的事态，这样的事态并不是从正面显示了人类本质力量的伟大，倒是从反面暴露了由于所掌握的规律过于狭小而导致的盲目性、事与愿违、局部损害全局等等缺陷。伐木毁林、侵湖造田和工业污染都是这类事例。把本质力量的异化误认为“本质力量的对象化”，同黑格尔常把外化与异化混为一谈有相似之处。人类本质力量的对象化，在什么条件下会走向反面，转变为危害人类的异化，是一个值得深刻反思的本体论哲学问题。道家哲学所关心的“易”，涉及了这个问题。把对象化逆转为异化看成是无条件的、不可避免的，就导致悲观主义的宿命论。马克思坚信人类能走向自由王国，也就是坚信人类随着所掌握的客观规律日益广阔、深入、全

面，能创设条件使本质力量的对象化不再导致异化。这样的自由王国在什么样的条件下能够实现，应当设置什么样的条件来保证实践威力的施展永远沿着肯定性价值的对象化创造的轨道前进，一旦露出意外地引起否定性异化现象的苗头就能及时察觉并创设新的条件来制服它，这是经济学美学与未来学的中心课题。但首先必须在哲学理论上分辨清楚，实践的对象化与异化是不可混淆的，对象化所造成的是美，异化所造成的是丑。分辨两者所依据的根本尺度就是实践主体的普遍性物质需要，对满足这需要相宜的，是美，反之，有所戕害的，是丑。

美的人类学性质常被误解为主观性，这是由于对人类需要的客观性不能认清。人们常把事物的合需要性等同于所欲求的对象，把相宜性等同于引起愉快，简言之，把合人需要、对人相宜等属性的实际存在等同于人类对它们的感知应答。事实上，事物合人需要、对人相宜的种种属性存在的范围远远大于人类的感觉器官在某一场合、某一时刻所能感知的范围。人类的欲望所明确指向的对象常常比自己实际上所需要的狭窄得多，冻馁的人可以意识到取暖进食是自己所需求的，却未必同时还意识到自己需要补足哪些维生素，需要照照紫外线，身上那些被污垢堵塞的毛孔需要呼吸空气，等等。自己生存与发展所必不可少的物质条件未被意识到因而不能成为欲求的对象，这样的事不仅在婴儿、幼儿、儿童那里多得很，而且对于许多成年人也常常不乏其例。构成这些相宜条件的种种事物属性，并不因为未被欲求而停止其为美的存在。引起愉快的对象当然比欲求对象广阔得多，未欲求的合需要属性出现在主体周围而引起满足的愉快，这样的事是常有的，这也是审美体验中值得注意的现象。即使是这样，引起了愉快的对象范围还是不等于合人需要、对人相宜的事物属性存在的范围。各种感觉器官都有自己的感受阈限，刺激低于这一阈限就不能被感知；而引起愉快的刺激常常根本不同于引起痛苦的刺

激，常常不是剧烈而是徐缓的，没有足够的敏感性的感觉器官常常不能迅速察觉。但对象的合需要性并不因为它未被察觉而停止其为美的存在。反过来说，在特殊场合，一些毒品（例如鸦片烟）并不由于它能引起愉快（甚至成为所欲求的对象）而证实其对人类生存是相宜的。一旦我们分析清楚，所欲求、引起愉快等主观应答所指向的范围并不等同于合需要性、相宜性客观存在的范围，就会在理论上惊醒，以主观感觉愉快不愉快为标准来评价对象美不美这种实证主义方法是不可靠、不科学的，被誉为近代美学之父的鲍姆嘉腾把有关美的学问确定为研究“朦胧的认识”的“感性学”（欧洲语言中源出拉丁文的 Aesthetica 一词的希腊词原义是“感性学”）这一学科框架是过于偏狭了。固然，需要和欲求是有联系的，相宜和愉快是有联系的，正如存在与被感知是有联系的，并且，所需要的如何可能成为所欲求的，相宜的如何可能成为引起愉快的，也有其生理学、心理学规律可寻，正如存在如何可能被感知有其规律可寻一样，但是，美作为合需要性这一人类学性质的客观存在毕竟不能用对美的主观应答代替，正如存在不能用被感知代替一样。

以上讨论的美丑存在的最低层次，可以说是实践活动所凭质料的层次，还不是实践本身的工艺学结构层次。在这最低层次内，除了对象方面的价值肯定否定，当然还有人类自己的身体（生理学意义上的身体）方面的价值肯定否定，例如，健康、丰腴、匀称的身体是美的，残疾、干瘪、畸形的身体是丑的，由于这些属性的人类学性质和非主观性质都十分明显，本文就略而不论了。

现在转到实践本身的工艺学结构层次。

实践是运用手段的目的性活动，在这过程中，所使用的手段与使用者的活动相互制约，相互塑造，建立起一种动态结构，这就是在人类历史中不断进化的工艺学结构，它的地位介于主观目

的（动因）与目的的实现（成果）之间，可以称为“中介结构”。美的本质规定，美与丑本质上的相互对抗，都须从中介结构形式的剖析中得到揭示。以下就五个方面进行剖析。

（一）规律性与目的性的分与合，形式对效应的制约。自然界的因果联系规律，例如自然科学所发现的各种定律，是不依人的意志为转移的，人类实践既不能创造它，也不能消灭它（请注意，这里指的是因果联系的必然性，而不是指在特定因果链结构中事物在形态、形式、构式方面所显示的规则，例如光波干涉条纹的花样之类；在讨论美的文章里“规律”一词常在这两种根本不同的意义上使用）。同样一些自然定律，在不同条件下产生的效应对于人类有不同的价值，有的对人相宜，有的对人戕害，效应价值的肯定与否定，取决于自然规律的运行所受的形式制约。例如，同样的水力学规律，在这样的形式制约中带来水利，在那样的形式制约中造成水灾；由于同样的机械力学规律，在这样的形式制约中人能刺杀猛兽，在那样的形式制约中人会摔伤自戕。造成戕害性效应的形式，是丑的，在那样的条件下自然界的物质和能量以不可抗拒的必然性嫁祸于人，规律性阻碍目的的实现，合目的性因受规律的排斥而不能成为事物的现实属性，仅仅是一个愿望。带来相宜性效应的形式，是美的，在这样的条件下，从因到果的必然性推移只以合目的性的形式展示出来，这形式在现实中向实践许诺自由，主体可以在因果必然联系中看到实现目的的保证。在这样的条件下，主体要求实现目的的活动已经跨越了盲目尝试的阶段而有了能力来掌握、运用规律，从目的动机到目的实现的推移过程能以合规律的形式展示出来，这形式让实践在现实面前施展自由，主体可以在主动活动到实现目的的推移运动中坚持运用规律的理性。由此可以看出，美的本质规定性在于形式对于效应的这样一种制约，藉此可以实现合规律性与合目的性的一致，换言之，美是主体自由运用客观规律以保证实现社会目

的的中介结构形式。

具有这种肯定性效应价值的形式，有的是自然界固有的，人类会加以保存、复制、摹仿、移植，有的是自然界原先还不具备的，须由实践主体加以设计、发明、创建。工艺学结构既然旨在以客观规律保证社会目的的实现，它的形式必须具有美的属性，否则就会因其戕害人类而被废弃；如果它在某些方面某种程度上还留着丑的痕迹，那只说明它所选取的形式在合规律性与合目的性两方面的缺陷或幼稚，有待克服或超越。工艺学结构的历史进步也意味着美的形式的成长发展。但更高的、崭新的美的形式的创建并不是从空地上一步登天的，新形式的创设常常是以大批现成的美的形式为素材或框架，把它们组织到较复杂的美的形态中去。这些初级的、可以充当现成的素材或框架的、普遍通用的美的形式，就是形式美的由来。

（二）能动侧与外化侧的相互作用，美的存在的双向繁衍。中介结构所必须具有的美的形式，是在目的性活动中边选取边创设而构建起来的，能动侧是构建的动因，是美的形式得以凝聚的核心、得以成长的根基。人作为实践主体面对自然界时之所以能显示其能动性，并不仅仅在于他是一种物质力量，他可调动自然界的能量作用于对象，更重要地还在于他是一种形式构建动因，他把合规律性与合目的性兼备的、具有肯定性效应价值的形式赋予产品，也赋予中介结构，正是在这个意义上，马克思用“按照美的规律来造形”（此处“造形”这一动词的原文是 formieren，意为“赋予形式”）这一特征来描述人类的物质生产实践。在人对自然界的能动关系中，人是自然界的理式规范力量，人类在自己的目的因推动下，调动尽可能大的动力因，把美的形式赋予对象世界中他所支配的质料。在实践的能动性中我们看到了被理式主义夸张神化了的合目的性形式构建动因的本来面貌，看到了理式主义的合理内核。

能动侧向外化侧拓展的日益深远，正在于他对自然界所施的理式规范在程度上日益深刻，在规模上日益广阔；与此同时，外化侧对能动侧的反映的日益丰满，正在于它接受实践力量所施的理式规范在品种上日益繁多，在构造上日益精致。人类给自然界盖上实践的印记，也必须在美的形式规范的意义上才能正确理解，抛开了这一核心，把实践看成是对自然界造成的任何一种能量效应和变形改造，不能不导致严重的曲解。对于黑格尔在讲述"美是理念的感性显现"时所举的小孩子向湖面扔石子以后观看一圈圈水波的例子，有两种完全不同的理解。黑格尔以此为例所说的"在对象世界中观照自己"，这"自己"究竟是什么呢？这"观照自己"又是观照些什么呢？一种理解是，他自己有能力挥臂投石激起水浪，观照自己就是在能量效应中看到自己能力的发挥而自豪。另一种理解是，他自己把自然规律（尽管他还不能用"波动力学的规律"来称呼它）所决定的环状波节一圈圈扩大的动态模式确有把握地一次次复制出来，把这形式从对象世界中随心所欲地招引出来，观照自己就是对自己所招引出来的合规律合目的形式凝神注视从而悦目赏心。前一种理解同美与审美毫不相干，后一种理解才能从理式主义的迷雾笼罩下捕捉人类本质力量对象化这一合理内核。

在能动侧向外化侧拓展，人对自然界赋予形式的同时，能动侧也向内作纵深的自我构建，人对自己的行为方式也相应地予以自律。为了能够把既合规律又合目的的形式赋予对象，人就必须用既合目的又合规律的相应形式规定自己的行为。中介结构在人类进化史中是以双向进展的方式发育成长的，它的能动侧必须与外化侧同时发育成长。随着生产资料的材料、能量与结构水平的不断提高，人类自身大脑皮层中同使用工具的肢体活动相应的、运动中枢与感觉中枢相配合的反馈性神经联系系统的结构及其心理活动功能的水平也不断提高。这也就意味着，美的存在也必定

是以双向繁衍的方式开展出来的，在外化侧把自然界的规律以愈益深广的程度、规模卷入中介结构之中而陆续置之于美的形式的制约之下的同时，能动侧把人类自己的行为按照愈益精致、繁多的构造、品种纳入理性规范之中而相继提升到美的形式的境界之内。中国古籍中《庖丁解牛》的记载，高度赞誉了劳动娴熟准确的美。今天虽然不常见到熟练劳动技能的公开表演，但在观看体育竞技和杂技表演时人们所欣赏的正是理性行为驾驭自然规律达到充分自由所显示的美，它们同人类历史上各种各样战斗动作和体力劳动中长期积累下来的美一脉相承。现代社会中的职业教育制度正力求以包罗千百种行业的浩荡队伍，以人才教育系统工程的高效率方法，使劳动者普遍达到对技术兢兢业业、一丝不苟、精益求精、娴熟自如的美的境界。

美的存在在外化侧的繁衍所遇到的障碍和威胁有两种：未可人化和异化。对象世界中的合规律形式，有的在未经人类改造之前以其天然的样态就合乎人类实践的需要，有的在经过人类改造之后以其被赋予的样态兼有了合需要、合目的的属性，有的则长期以顽猛强劲之势保持其戕害人类的效应，成为摆在人类实践面前的千载难题和严峻考验，在人类的本质力量尚未成长到其强大足以征服它们之前，它们一直是未可人化的。异化与此不同，异化对于美的对抗与否定并非由于天然形式的顽劣保持，而是由于人类实践所建立的形式在某些控制不住的客观因果律作用下产生了戕害人类的效应，劳动的成果转变成敌对的势力。两者都是外化侧中的丑，尽管就其起因而言，异化不同于未可人化，但美的存在扫除它们的途径并无区别，都仰仗人类本质力量的成长，实践掌握客观规律的程度和规模进一步向深刻、广阔发展。由此可以看出，美的存在在外化侧繁衍的动力来自能动侧的壮大成熟。

美的存在在能动侧的繁衍所遇到的障碍和威胁也有两种：拙和恶。拙是这样一种对抗美的否定性因素，它阻碍实践主体的活

动方式跨越盲目尝试的阶段，迟迟不能驾驭规律，不能够在调动自己的由近及远的种种实践肢体器官时使其活动方式合乎理性所要求的多样与精巧，不能自由地实现目的。恶与拙不同，恶对抗与否定美并不在于合规律性方面的无能，而在于合目的性方面的背反：在人群中，某个个人所抱的目的可能是对其余人的戕害，某一部分人所抱的目的可能是对另一部分人的戕害，凡此种种人际的利害对抗，使合目的性范畴本身分裂为逻辑上自相矛盾的碎片，全社会统一的合目的性在此遭到破坏。恶所导致的丑，已不单纯是工艺学结构领域里的丑，而是涉及了社会生产关系结构，并且常常是由社会结构的丑所孳生的，也就是说，涉及了本体结构进展更高层次里的美丑问题，这须得留到后面再来进一步讨论清楚。拙和恶所造成的，是两种不同性质的丑，可以分别存在；虽然如此，在社会群体生活里通过符号层结构的中介作用，恶的目的常常导致拙的手段，拙的手段也常常引出恶的目的，两者纠葛勾结，形成一簇簇挡在能动侧的美成长繁衍道路上的荆棘屏障。美的存在在能动侧中怎样披荆斩棘开辟道路，即便我们暂时保留了社会结构和符号层中介方面的问题未加讨论，总的方向仍是清楚的，它同样仰仗人类本质力量把合目的性同合规律性融洽一致起来，其中包含了排除合目的性自身的逻辑矛盾，确立社会统一的合目的性，在这历程上进一步成长起来，使实践活动纳入理性规范的品种和构造进一步向繁多、精致发展。可以说，美的存在在能动侧的繁衍取决于它自身对外化侧统筹驾驭能力的提高。

在美的存在双向繁衍长期历史发展的基础上，能动活动的外化逐渐形成一种总的趋势：主体把自己能动活动的形式移置于外化侧，使其成为动态的存在。把自己体力的能量支出过程外化为动力机和电能传输系统，把自己双手把捉运用工具的过程外化为工具机和机械系统，把自己操纵调节工具机与动力机的驾驭过程

外化为计算机和自动控制系统，总之，通过劳动过程的大量工具化，劳动工具成为功能性的系统，能动侧的美的形式转化为外化侧的美的形式。与此同时，工艺学结构的能动侧的美就在符号层中介结构的协助下向心理结构内部纵深发展。

（三）自然性与社会性的叠合。工艺学结构涉及的首先是人对自然的能动关系，在这个层次里，美是以自然性的方式存在的，在人所驾驭的生产工具的运转中起作用的是自然定律，在人驾驭生产工具的能动活动中支持他的是全套自然的生理器官。这是人的社会性本质的自然性基础结构。

充分强调这一存在的自然性，在美学原理中并非无的放矢。要注意到，在基督教、宋明理学和所有禁欲主义的宗教观念看来，在人类肉体内，物质的、自然性的东西都不过是一些动物性的欲求、违禁的冲动、罪恶之源，只有精神性的、超自然的东西才够得上人性的水平，只有追求这些东西才能造就人，拯救人的灵魂，上升到美的境界。对“灵肉关系”的这种议论，不是直到今天仍然十分流行吗？所有这类观念，都在人类本质的概念中丢失了物质性，在自然性存在的概念中丢失了人类本质及其美，总之，都是实践主体的失落。人类学本体论哲学中的马克思主义观点把人的本质和美的存在建立在物质生产的工艺学结构的基点上，就在这物质性、自然性层次上寻回了失落已久的实践主体和他的美。

从另一方面看，就是在这个层次里，美的存在和本质也不能离开社会性。这是指，任何一个个人，不经过他生活于其内的社会的教育、培养、训练，单凭个人遗传的禀赋，是没有能力建造工艺学结构如此繁茂的美的形式于万一的。这也是指，如果没有社会实践经验的世代积累这一漫长历史的积淀成果，那些自然界固有的存在形式和个人天生的行为样式都不可能纳入如此丰富多样的中介结构之中而获得那合规律性与合目的性兼备的肯定性价

值。

因此，在工艺学结构中，美的自然性与社会性不是互相排斥、互相分离的，而是互相支持、互相叠合的。

（四）客观性和主观性的吻合。在工艺学结构中所看到的客观性和主观性的吻合，是在人类学本体论方法指引下所发现的、驾驭论意义上的主客观吻合，完全不同于在认识论框架中所谈论的、认识与所认识对象的主客观统一。在读到上述的外化侧与能动侧两分法立论之后，也许很容易找到对应，认为外化侧是客观性的，能动侧是主观性的，但这却是过于简单化的理解。

为了阐明中介结构中的客观性方面和主观性方面各有哪些蕴涵，须从客观规律和主体实践两者的客观和主观方面讲起。客观规律（可以简称为“真”），它本身的存在是客观的，而人对它的认识是一种主观表现形式。主体实践（可以简称为“善”），它的出发点是抱有目的，目的意识是人类需要的主观表现形式，而实践过程中调动各个肢体器官的活动则是客观的。主体实践的最初尝试使善和真打交道，出现了互相交汇的相向运动：善从仅有主观目的走向兼有客观性的活动，真从仅有客观存在走向兼有主观性的认识；交汇的结果，从对峙转为融洽，建立起中介结构。中介结构一旦建立，实践就从难免失败的尝试水平上升到有把握成功的熟虑水平，这一水平的新素质在于：主体把自己的主观目的加于对象，使对象的合规律（真的客观方面）的表现形式同时具有合目的（善的主观方面）的价值内容，这就形成中介结构外化侧的美；这种吻合在当前不是出于巧合，而是实践的成果，这就意味着，主体做成这件事是基于他从对象取得了对因果律的认识，使他为实现目的而从事的活动（善的客观方面）所采取的形式具有了掌握规律（真的主观方面）的理性内容，这就形成中介结构能动侧的美。

这样，外化侧和能动侧以不同的方式实现真和善的统一，同

时也在不同的意义上使客观性和主观性达到吻合。

讲到了美是真和善的统一还不够吗？为什么一定要指出在客观性的背后还藏着主观性，要强调这个明摆着的客观性是和另一个隐伏着的主观性相吻合的呢？我们明知任何一种主观性的表现都源于客观性的事物，例如，主观目的是客观需要的映象，对于规律的主观认识是那客观规律的映象，却为什么不能满足于解释主观性的客观源泉，而一定要强调当前在客观存在深处的主观表现呢？这是由于，直接性和间接性表里有别、真善交相掩映的结构方式，是中介结构的本质规定性。

如果仅有客观规律的直接表现（客观性），而不是在一定形式的制约下使由因及果的必然推移指向目的的实现，那它就只是单纯的自然界，而不成其为中介结构；可是目的的实现是在中介结构边界之外的另一存在，并不属于中介结构之内，中介结构外化侧（作为因的设置和因果律的运行）的作用是保证目的的实现（作为果），因此，目的性透过中介结构外化侧的表现只能是间接的、隐含的、凭主观预想才能把捉的。而这正是外化侧作为真的现实形式所不可缺少的善的价值内容，那直接的客观形式（合规律）必须同这间接的主观内容（合目的）吻合。

如果仅有主体实践的直接表现（客观性），而不是在调动体内外的能量与物质的活动时包含着对因果律的认识而服从于一定形式的制约，那它就只是盲目的尝试而不成其为中介结构；可是对因果律的认识是在建立中介结构之前预先取得的，它不必要也不可能全部纳入中介结构之中，中介结构形式的现实规定性并不是这个认识而是当前对因果律的运用，中介结构能动侧（作为因的设置和因果定律的运行）的效能是运用因果律知识（能根据前因预见到后果）来调动种种实践器官以实现当前选定了的由因及果的推移，因此，在中介结构能动侧的活动中，被掌握了的规律除了表现为直接的客观效应以外，还必须同时兼有间接的、隐含

的表现，在理性认识中能凭主观想象预见到各种各样（包括一大批不合需要的、应当防止的）由因及果的推移。而这正是能动侧作为善的现实形式所不可缺少的真的理性内容，那直接的客观形式（运用）必须同这间接的主观内容（预见）吻合。

（五）对直接功利价值的超越，通过对形式的运用与选择而获得自由。由于物质层次工艺学中介结构的建立，满足生存需要的目的物成了间接的东西，解饥渴防冻暑之类物质生活需要的满足已不必在生理欲望驱使下临时直接寻求，而可以通过一系列中介结构形式的保持来予以保证，更值得主体执著的是这形式，包括能动侧运用规律的活动形式和外化侧合乎目的的因果推移形式。经过文明的长期发展，人的生理需要固然比原始时代大大丰富和精致了，但保证它们能得到满足的中介结构形式却以千百倍于它们的规模和程度丰富化和精致化起来，同这些形式打交道的实践活动占据了人类生命活动的绝大部分，而把那些直接满足生理需要的活动推挤到了中介结构广阔领域的边缘。人类正是靠这繁茂的中介结构形式实现了对本能欲望的超越，对直接功利价值的超越。人类也正是从这形式获得自由。在中介结构的能动侧，这形式让实践在现实面前施展自由，人可以在从主动活动到实现目的的推移运动中坚持运用规律的理性；在中介结构的外化侧，这形式在现实中向实践许诺自由，人可以在因果必然联系中看到实现目的的保证。中介结构的两侧所运用的规律愈广阔，愈深刻，所建立的形式愈多样，愈精巧，人类所获得的自由就愈大。在大量的自由形式之间，人可以自主地比较，自由地选择，人类的本质力量也正是在这种两侧相应的自由形式中展现出来。

熟悉了的中介结构形式成了新的需要，为了满足新的需要又建立新的中介结构形式，对直接功利价值的超越就是这样节节上升的。那些同满足日常生理需要直接联系的用具，是第一批人类超生物生活需要的内容，最早成为人类物质生产的对象，在生产

它们时，成为生产活动的目的意识的，已经不是那本能欲望所指向的目的物，而是产品的合乎实用的造型，这形式是所欠缺、所需求的，这形式成为目的；但这形式毕竟还处于中介结构形式发生发展的最初阶段，还束缚于相当狭隘的功利内容之下。但这时，为生产这类器具所建立的新的中介结构形式（例如古代的陶轮和制作陶器的手艺）却已处于中介结构形式发展的较高阶段上，可以用于制作各种不同造型的器具，具有较广阔的自由。而为制作这类生产设备而建立的更新的中介结构形式，就会更进一步摆脱直接功利内容的狭隘性而上升到更广阔的自由。如此节节递进，步步上升。在这样逐步繁衍出来的中介结构形式中，外化侧形式所指向的合目的性的功利实效内容就越来越间接而多义含混，但能动侧形式所显示的运用客观规律的理性认识内容却越来越扩充而深化浓重了。人类本质力量在自由形式中的展现，正是按这种彼退此进、彼淡此浓的发展规律壮大成长起来的。一旦成长起来以后，返回来，人类就要求给实用产品在它合乎实用的造型之外增添一些来自较高阶段中介结构的自由形式作为中介结构留在产品上的印记，以显示那已经达到更高自由程度的人类本质力量。这就赋予产品形式以超功利的美。关于种植业和手工业劳动中动作的节律化和呼号的音乐化，也可以作相仿的分析，只不过这超功利的美不表现在产品的静态形式中，而表现在生产过程的动态形式中。

工艺学结构所具有的形式，是两侧相应的自由形式，它之所以可用“自由”一词来描述，不仅是由于它的表现形态十分多样、精巧、宽广、幽深，在品种上层出不穷，在容量上浩瀚无垠；而且从本质上讲，是由于它具有意蕴：它在外化侧的意蕴是它所指向的日趋含混的功利实效内容，它在能动侧的意蕴是它所显示的日趋浓重的理性认识内容，形式之成为美，正由于具有意蕴。但这形式本身是自然性的、诉诸感官的现实存在，而且由于

两侧相应，在能动侧与外化侧（或者借用人们习惯的说法，在主体与客体）之间常常并无分明的界限，同样的形式（例如流线型）或形式特性（例如对称性、均衡性）既可以在这边，也可以在那边被发现。正由于美的存在是现实的形式，所以自然界许许多多未被触动的固有形式（例如山川、星月、彩虹、雪花的形式）都可以凭着跟中介结构向实践许诺自由的形式的同构同形关系而进入美的领域，同时，社会生活中许许多多无意之中自然而然构成的形式（例如仪表、举止、体态、容貌等方面自然流露的某些形式，暂不涉及那些受社会意识制约的符号性表现）也都可以凭着跟中介结构在现实面前施展自由的形式的同构同形关系而进入美的领域。一旦通过同构同形关系的传递牵引而进入美的领域，这些本无意蕴的自然形式也就领得了意蕴而成为美的存在，在外化侧表现为自然美，在能动侧表现为社会美；但既然美的形式是两侧相应的，两侧领得的意蕴就可以相通了，自然性和社会性就难分彼此了。

通过物质生产层次中介结构的剖析找出了美的本质规定之后，就有可能以新的思路重新讨论那个聚讼许久的自然美本性问题，以新的方式来回答，那些未经人类触动的自然界固有形式诉诸感觉器官而引起愉悦这种现象究竟显示了什么。

在论及视觉、听觉对象之前不妨环顾一下更浅显的事实：自然界的存在物有这么一些属性，在它们未经人类加工改造之前，也在没有被实践过程所运用而进入工艺学的中介结构之前，当它们一诉诸感觉器官，就唤起了愉悦，例如花的香，蜜的甜，绒毛的柔暖触感。只是由于这类愉悦属于相当低的层次，常被视为快感，在美学理论中从未认真加以讨论。可以承认，这类属性严格讲来还不是真正的美而只处在美的前阶，还有待于进入一种超生物水平的高级结构而上升为美，但在此值得注意的是“愉悦”这种心理现象何以产生，它同对象存在的肯定性价值如何相关，它

意味着什么，标志着什么，从这些问题的仔细品味中，会得到解开美的规定性中客体与主体相互关系问题的明白启示。就对象本身的客观存在而言，它具有特定的化学、物理性质（例如，花的分泌物的化学性质，绒毛因其几何形状而具有的物理性质），这些性质孤立地讲，无从判定其价值是肯定还是否定，假如这些性质对人类的机体存在状况并不是相宜的，而是像对于某些特别的物种那样会引起呕吐、昏迷、窒息，那末它们在人类学尺度衡量下就没有肯定性价值可言。换句话说，肯定性价值并不是单纯取决于对象自然性质本身的规定性，而是在于对象自然性质对于主体存在状况的相宜性，这相宜性包含着一种关系，这种关系表述为主客观关系是不准确的，应当表述为主客体关系。相宜性主客体关系是客观的，而愉悦则是这种客观关系通过神经系统状况的表现形式，是这现实关系的心理的、主观的反映形式，是肯定性价值的指示灯。这说明，仅仅从感觉器官接受对象刺激的局部定位的生理事实中（仅仅从认识论的角度来观察）并不能发现引起愉悦的原因，这局部器官感受外来刺激的兴奋灶必须还同时接受来自机体其他部位的、报导其健康受益的神经脉冲信息（这是从本体论角度所作的说明），才构成一种被称为“愉悦”的心理状态。对于愉悦状态的这种本体论解释，可以扼要地描述为“相宜主客体对感官内外夹抱”。

现在转到对于视觉、听觉对象中的某些令人喜悦的自然界固有形式的讨论。由于这样的形式在自然界中大量存在，早已吸引了人类审美意识的关注，也早已引起了美学理论对它们的性质的热烈争论，因此，在思考美的存在时就不能避开它们。这里我们不来讨论这些形式在社会生活发展过程中所获得的符号的性质（例如，珠宝的闪光作为高贵地位的象征，金银的光泽作为富有的象征），也不涉及这些对象的昂贵的经济价值（必须以巨量劳动为代价方能获得），这些都是以后添加上去的属性，人类的审

美意识把它们判定为美的对象远在这些出现之前。强调美的存在依赖于人类实践的某些学者，常常论证这些形式是劳动加工的结果，例如指出，宝石从地下挖出来时是昏暗的，经过人工切削磨光之后才闪闪发光，其实，像这样的努力论证是出于对实践本体决定美的本质理解得过于狭窄。在彩虹的颜色配置和雪花的造型布局中，在杜鹃夜莺鸣声的音调构成中，都找不到人类加工的痕迹，难道承认它们美就是对美依存于人类实践的否证吗？即便讲对宝石的加工，人类着意对它切削磨光也是在先有人偶然发现矿石在某种条件下有特别的反光之后，是在反光引起视觉喜爱，并在追寻这种反光的过程中发现了几何光学方面的因果联系之后；假若硬要把宝石的闪光跟生产技术联系起来，还可以讲到现代的激光技术，在那里宝石竟成了不可缺少的部件，有了工业生产上的使用价值，但那根本不能解释宝石的闪光何以能作为通过视觉引起愉悦的对象而存在，这一意义上的存在是不以工业技术对它的加工和使用为前提的。为了摆脱徒劳的争吵，毋宁首先直截了当地承认，确实有那么一些对象，凭它们自然的、由物理（结晶学、金相学、光学或声学）的法则、生物发育的法则所决定的存在形式，就会通过视听感觉而引起愉悦。在承认这些事实的基础上，理论的任务在于回答，这愉悦意味着什么，引起愉悦的前提和机制是什么。在寻找这方面的答案时，自然科学已经无能为力了，不能指望物理学、化学、生物学的实验会回答我们所提的问题，因为尽管这些形式都是亘古已有的，但它们何以又作为对人类具有肯定性价值的对象形式而存在，却并不是自然科学所能说明的。实验心理学希望从人类的感觉找到回答，但这些回答都只能让我们知其然而不知其所以然，因为实验所能报告的只是什么样的对象形式引起了什么样程度的愉快，但是从主体能动方面对这愉悦状态的形成所提供的一切，都藏在这些实验所打不开的“黑匣子”里。当我们借鉴前述的启发，按照“相宜主客体对感

官内外夹抱”的模式来解释这里的前提和机制时，必须注意到，视觉、听觉器官的感知过程与嗅觉、味觉的根本不同点，嗅觉、味觉的引起是以接受对象所散发或渗透的物质颗粒（分子或其集团）为渠道的，视觉、听觉却并不以这种物质交换为渠道，而是通过接受来自对象的光能、声能而对它们的形式加以分辨。注意到这个根本不同点以后，就自然会推想到，这里所涉及的客体对主体的相宜性，也不是由物质颗粒的化学性质所引起的于主体生理状况有益的生物化学反应，而是与实践器官的运动形式相关的某种形式方面的相宜性。

这样，我们就自然而然步入了对“感官人化”的前提和机制的讨论。关于这一概念，马克思在《1844年经济学—哲学手稿》中这样讲过：“只是由于属人的本质的客观地展开的丰富性，主体的、属人的感性的丰富性，即感受音乐的耳朵、感受形式美的眼睛，简言之，那些能感受人的快乐和确证自己是属人的本质力量的感觉，才或者发展起来，或者产生出来。……人的感觉、感觉的人类性……只是由于相应的对象的存在，由于存在着人化了的自然界，才产生出来的。”这段话中十分明显的一层意思是，强调对象世界的人化引起了感觉器官从生物水平发展上升到人类水平。可是也还有另一层意思：对象世界的丰富性又是实践主体本质力量的客观展开，正如马克思在别处说过的：工业的已经产生的对象性的存在，是……感性地摆在我们面前的、人的心理学。从这两层意思，可以推导出第三层意思：实践器官通过工艺学的历史发展所建立的神经联系系统的存在，是感觉器官得以人类化的主体能动结构前提，也是感觉的人类性赖以成立的实际支柱。这是对马克思已经提出的立论的合乎逻辑的补充，同时，也是对发生认识论的马克思主义改造，并且是经过改造的发生认识论在美学原理中的引申。

强调动作结构是认知结构的核心，是皮亚杰对认识论的重要

贡献；但他在动作结构这一概念里没有区分是否使用工具，因而把生物水平（非使用工具的）和超生物水平（使用工具的）两个等级的动作结构混为一谈。严格划清两个等级的分界线，同时强调指出，实践器官在使用工具过程中建立的超生物水平的神经联系系统（简称“操作构式”）是人类特有的认知能力的核心，这就对发生认识论作了历史唯物主义的改造。皮亚杰在发生认识论中提出的 Scheme 这一概念，在我国心理学界曾被误译为“图式”，造成了深重的曲解。“图”指的是视觉对象，而皮亚杰用 Scheme 这个词所要指称的恰恰不是对象方面的属性，而是主体以自己的动作建立起来的某种结构模式，用“图”来译就把原义颠倒了。有人译作“构架”，就接近原义，但“架”有过于庞大之嫌，改为“构式”较好。把 Scheme 译作构式，明确它是由主体以动作建立的结构模式，是第一步澄清工作。第二步澄清工作是，把这笼统的构式概念里的两个水平等级严加区分，生物水平的称为动作构式，超生物水平的称为操作构式，这就克服了皮亚杰学说的生物学化倾向。在理解操作构式的超生物本质时，应注意到，由于操作构式是与工具的使用不可分割的，所以它的外部表现有肢体延长的特性，表现为大量发生在身体周围相当距离之外的因果效应形式，实践主体正是主要通过视、听这两种感觉器官收取来自这些形式的反馈信息，因而视觉、听觉感知这些形式的神经联系就成为附着在操作构式外围的表层结构。

对操作构式的详尽描述，留给实验心理学去做，这片实验研究领域的开拓将把实验美学从只知道感觉心理的狭隘处境解脱出来，转到对人类实践心理机制的系统性了解。在此我们以扼要的概括来结束上述的分析：工艺学结构能动侧物质存在的美，具体表现为千万种合规律的操作构式，这不仅是感觉器官人类化的前提和支柱，而且也是自然界各种固有形式之所以能兼有肯定性价值的前提，自然形式作为美的存在就依存于实践主体的这些操作

构式的物质存在，依存于对其存在的相宜性，依存于彼此的同形同构关系；这同形同构、相应相宜的形式对于视、听感官的内外夹抱，是视、听感官感知这类对象时伴生愉悦的原因。

以上对美的存在的哲学思考仅限于工艺学结构范围，对视、听感官审美愉悦的讨论也仅限于同这基底层次相关的局部范围，远未包括审美感受能力的主要内容，之所以不惜在这小范围内投入如此繁难的抽象思维，是由于按照历史唯物主义的观点，这个人类实践本质力量所由诞生的领域，也正是美的物质存在的根由所在。从这基底层次放开视角，与美的存在有关的问题就显得头绪纷繁了。往一个方向望去，我们看到庞大的生产力结构的整个体系，这已经不是人类个体的内结构，而是包容千百万社会成员的生产行业分工协作关系在内的工艺学结构系统，在这社会性庞大体系的边缘上，是人类对自然资源的开发利用。这是生产力经济学的研究对象。在这领域里存在着美与丑的斗争，美的存在不仅在于合规律性与合目的性的一致，而且还须既表现为诸多合规律性的逻辑不矛盾性，又表现为诸多合目的性的利益不矛盾性。因此这也是须用美学方法加以研究的领域，如果美学对此漠不关心，生产力经济学就会落在只知描述现状，不能指导实践的境地。往另一个方向望去，我们立刻觉察到符号层中介结构的能动侧活动与外化侧表现是同上述工艺学层次的结构镶嵌咬合、息息相通的。那末符号层的两侧结构的美的规定性又如何呢？这一层次的美的属性在什么样的程度上可以看作美的存在呢？再转到另一方向上，每一个人类个体，作为一个人格的存在，不仅都是受符号结构制约的工具使用者，而且他除了同周围（或人化的、或未可人化的、或异化的）自然物打交道外，大部分活动还是人际的相互对待与交往。人格存在的美丑属性，当然是社会性美丑存在的主要内容，这美丑不仅兼含工具使用和符号使用两个层次的活动，而且兼涉生产力结构和生产关系结构两个总体层次。对这

一领域的美的存在，美学将作什么样的思考呢？顺着这个方向再往深广背景望去，就会看到社会结构形式的美丑属性问题，对这最宏伟的结构层次的美丑存在问题，以社会改造为己任的马克思主义者可以不关心吗？

一提起符号层的美，人们最关心的是艺术美。从历史唯物主义的社会存在与社会意识两分法来讲，它不属于社会存在范畴而属于社会意识范畴；但这种形态上的意识却不是心理过程本身，而是心理活动的对象化，是意识的物质形态化（物态化）表现，借用习惯的说法讲，是意识的客体存在，也许更准确的说法是主体符号层活动的外化表现。当然，并非任何一种意识对象化都是艺术，艺术只是审美意识的对象化。本文在第三标题（对于审美意识的人类学本体论剖析）下将对这种特殊客体详加讨论。在此仅扼要提出一个总的立论：审美意识对象化作为特殊客体的美，依存于主体审美意识活动状态的美。

除了审美意识和它的物态化，在符号层的能动、外化两侧里能否发现美的属性呢？如果有，它们同美的存在处于什么样的关系中呢？撇开审美意识不说，符号层活动有两大职能，一是报导实践层中的状况，二是对实践活动予以规定；两大职能的分工，形成符号结构的两大类型，前一类形成知识，它的高级形态是科学，后一类形成指令，它的高级形态是规程、设计、规划、规章、条例、诫条、法律等等。在知识这一大类符号结构中，首要的价值是真而不是美。知识的真，是符号结构与实践层对象之间正确无误的对应关系，在符号系统的每一个词语与实践领域里每一事物分别对应形成概念的基础上，词语互相联结而构成的命题，符合事物实际联结关系的是真命题，无论这命题所报导的事实是美的还是丑的，只要是真的，就有肯定性的价值，不符合事物实际联结关系的是假命题，无论是把美的描述为丑的，还是把丑的描述为美的，都是欺骗，其价值都是否定的。具有普遍有效

性的真命题，是定理、定律、定则等等，在这基础上出现了深层的秩序问题，例如，几何学中由欧几里德整理出来的公理系统，物理学中以牛顿定律为前提的力学定律系统，这秩序不仅表现在从简单到复杂的顺序排列，而且更重要地在于逻辑的一贯性，因其互相蕴涵而可以互相推导，推导可以畅行遍及系统的全体而不会遇到逻辑矛盾。这种一贯性、无矛盾性的严谨秩序，就是知识系统的美。科学史告诉我们，对知识系统的美的有意识追求，正是哥白尼提出日心说、麦克斯韦提出电磁方程组的直接动力。这种美，被称为科学美，是从何而来的呢？它们仅仅是意识的美而不是存在的美吗？把这种美解释为符号的美或意识主观创造的美，是肤浅的看法。符号在此发挥的仅是意指作用，词语所构成的这些真命题之间的逻辑和谐，正是命题所意指的各个事实存在之间的逻辑和谐，这样的逻辑和谐是世界存在的深层所固有的，而不是意识所虚构的。只是，逻辑和谐的客观存在到后来同时兼有宜人的性质，成为给科学劳动带来裨益，使科学工作者惊赞怡乐的对象属性，则是以人类科学劳动的历史发展为前提的。现在掉转头来讲指令这一大类符号结构，这里，首要的价值就是美。就指令的可实现而言，它具有真的品质，至少是潜在的真，倘若不然，倘若根本不可能有事实跟这指令相符合，因而指令压根儿不可能实现，那末它就是毫无价值的空话；但仅仅可以实现还不够，指令所蕴涵的局部目的的实现如果对社会造成危害，如果破坏或阻挠社会实践总目的的实现，简言之，指令的蕴涵若不具有善的品质，指令也没有肯定性的价值可言。真与善两种品质兼备的状态，就是美的状态。因此，指令这一大类符号结构的价值问题，所涉及的正是它的美丑属性的问题，判别其美丑的标准，则是指令所规定的实践及其所导致的现实存在是否兼有真与善的品质。

人格的社会美，是思考美的存在时不可忽略的课题。换句话

说，不应当把人格美看作仅仅是精神美，而应当确认其为包含思想美、言语美、行为美在内的美的存在。在人格的构成中，主体能动侧的符号层与实践层是交相作用融成一体的，既不可否认运用符号的精神活动是他的主导属性，也不可否认他作为整体依然是运用工具参与实践的物质存在。若缺乏符号层能动活动中的知识这一大类心理结构，当然不能造就有社会性的人格，但这套心理结构如果得不到来自实践层能动活动所建造的心理结构的支持，就不仅是空洞而不牢固的，单薄而易畸变的，而且难以达到多学科的立体叠交，更不能做到对已有的知识加以创造性的开拓。若缺乏符号层能动活动中的指令这一大类心理结构，当然也不能造就有社会性的人格，但这套心理结构如果不能随时调动或限定实践层能动活动而实行严格的自律，那就不但会在技能方面出现眼高手低、志大才疏的状况，而且会在道德方面成为意志薄弱、畏难怕事、言行不一、言而无信的伪善者。这两种情况都可以概括为由于符号层与实践层断裂，社会性与自然性被分割，而破坏了美的存在。前一种情况是通过损伤主体掌握的真（对规律性的正确认识）而破坏了主体的美，后一种情况是通过损伤主体体现的善（合乎社会目的的行为）而破坏了主体的美。人才教育工程不仅要注意到受教育者符号层结构与实践层结构的均衡发展，知识类结构和指令类结构的均衡发展，而且要致力于不同层不同类结构之间的转换融通，使人格的美达到完满成熟。美育的重要性正是在这一要求下突现出来的。

在美学原理中讨论社会结构的美，大概使美学研究者感到惊讶，不免招来越俎代庖之讥。但既然在人类学本体论方法指引下，在“美学”这一汉语语词的庇荫下，对于美的存在的哲学思考已经毅然挣脱了鲍姆嘉腾“感性学”的藩篱，社会结构的美丑问题就自然成了现实的美丑存在中的重大课题摆在面前，要求正视。用几百字的篇幅来讨论社会结构这么个大题目，当然是过于

潦草了，但既然马克思主义的经典著作已经对社会结构的基础和上层建筑从历史学、社会学、经济学、政治学、法律学等各个角度进行了卷帙浩繁的剖析，并且马克思主义者对社会结构的改造途径作过大量的探索和尝试，那末今天不妨明快直率地宣告，我们研究社会结构是为了改造它，为了对现存的社会结构予以改建，保护和发展其中的美，消除和根绝其中的丑。既然马克思早已明确地指出，人类的本质在于按照美的规律进行生产，那末我们也就早该清醒地意识到，若不掌握美的规律，社会结构的立美改建就不能取得成功。这一点可能早已是广泛地埋在中国人民心底里的潜意识，这潜意识或许正是自从七十年代以来“美学热”经久不衰的深刻背景。对于社会结构的美丑，当今还有许多不同的理解，例如，有人以社会所能提供的福利的量的大小为衡量其结构美丑的尺度，而我们则以最高程度地发挥每个成员潜在的物质生产力和精神生产力为社会结构美的最终标志。又如，有人以为每个局部争取经济效益是改进社会结构的具体途径，而我们则寻求全体范围的利益不矛盾性和逻辑不矛盾性，从中看到了使局部自由和个人自由得到保障的更高等级的自由形式。尽管对社会结构美丑的规定性和判别标准有不同的认识，然而在改造社会结构必须立美这一点上却找到了共同的语言。在立美的共同目标下，通过社会科学诸多学科广泛运用美学方法对社会结构美丑现象与本质的科学研究，认识也将排解分歧趋向统一，为改造社会结构的伟大实践提供科学依据。

三　对于审美意识的人类学本体论剖析

人类审美意识成长的历史考察，必须置之于审美意识对象化活动的完整整体之中，这活动以双向进展的发育规律展示自己的历史，向外创造了对象化产品，包括文学艺术诸多门类的作品，

向内促进了审美意识心理结构多样态多层面的纵深构建。

为了给这考察奠定人类学本体论的基点，要先确认“意识对象化”这一概念的内涵。马克思早期著作中常提到“对象化”，从字面讲，这词与黑格尔的辩论法有继承关系，但马克思已赋予它新的内涵。为了辨明马克思不同于黑格尔的世界观所决定的“对象化”这一概念的历史唯物主义内涵，我们要在“对象化”总范畴下区分“物化”与“物态化”两个不同的层面。

“物化”是物质生产领域里的劳动创造过程及其产品。最浅显的例子可举自古已有的陶器制作。制作者搅拌陶土，捧到可转动的圆台上，赋予它器皿的造形，放进窑里烧烤。倘若我们对这过程的劳动投入诸要素作一番剖析，可发现，既有能量投入（捏泥、转盘、点火调出燃料的热能），又有形式规定（所需要的器皿造形），伴随能量投入的有——意识对于自然界因果联系规律的认知与运用，伴随形式规定的有——意识对于器皿合用造形的想象。由此可见，在这“劳动投入”中含有“意识物化”。这意义上的“意识对象化”属于物质生产领域，隶属于社会存在范畴。

“物态化”则是在物质生产之旁，在这领域之外，未进入物质生产过程之前，为了传达意识所必须进行的活动，传达活动使意识取得的外化形式。可以设想，在老师傅带徒弟的时候，除了让他们观看实际过程，还要用语言讲解，讲解伴有手势，还可以画出图样。这些语句、手势、图样，都是意识的外化表现，已经区别于头脑中的心理活动，已经启动了“对象化”，但它尚未进入物质生产的实际过程，还不具备“物化”身份。这一层面的对象化，我们特别称之为“物态化”。这意义上的“意识对象化”属于精神生产领域，隶属于社会意识范畴。

概括地说：“意识物化”是以人类肢体的自然力，进而调动外界的自然力，作用于自然物而改变其形态状貌，使其变为具有

所需要的使用价值。“意识物化”是社会存在范畴下、物质生产领域内的人类对象化活动及其产品。“意识物态化”则是以语言、手势、图像、符号、文字等载体的对象形式使意识获得可感知的外貌，社会成员藉此能互相传达意识，交流信息，使个人的成功经验能成为社会成员共有的精神财富。“意识物态化”是社会意识范畴下、精神生产领域内的人类对象化活动及其产品。

劳动和语言两个层面的活动共同构建了人类本质结构，这是持续了几百万年的历史过程。正因如此，从人类本质结构生成的历史时刻起，人类心理结构支配下身心共同参与的对象化活动就分化为“物化”和“物态化”两个层面。马克思不仅强调劳动物化是人类创造世界历史的根本动力，同时也重视意识物态化是构建社会性本质与推动历史进步不可或缺的要素。马克思所说的“语言是思想的直接现实”，主旨在于指出，语言作为“意识物态化”的产品，使得原先仅为心理活动的意识获得了社会成员藉以互相交流的中介形式，才使得思想的生产从可能变为现实。

不应该无视意识物态化活动区别于物化活动的特异本质，也不应该贬低意识物态化活动在人类进化历史中的意义和价值，以为它只是短暂附带的因素，看不到它在人类本质结构成长历程中重要的地位和作用。物态化层面的对象化活动的特点在于通过人类的视听等感官而直接作用于人类意识，以此在个体相互间传递意识的内容。这层面活动的必要性和重要性，初民和古人就已懂得。传递的流向大体有三类：（一）从个体传递到群体，群体则包括无数个体；（二）从前辈传递到后代，在可能条件下也作逆向传递；（三）自我返递，让物态化形式起记录提醒的作用，使来日的回忆容易得多（古代就有“结绳记事”）。经历漫长的历史发展，物态化活动及其产品也具备了复杂精致的工艺学结构。要注意到，马克思所首创的“工艺学结构是人类本质结构的对象化”这一命题，概括了两个不同的层面，对象化活动的物化和物

态化两个层面各有自己工艺学结构成长的历史，在双层面发育的同时，有频繁活跃的相互作用。

由于物化和物态化两个层面的工艺学结构经过漫长的历史进化都已高度发达，并且两个层面之间的相互转化也已建立了许多自动化的机制，就造成一种错觉，以为这样的区别已经没有意义了。直接作用于自然界与直接作用于人类意识两者的根本区别，由于许多转换环节的介入而模糊起来。人们开始把“信息社会”误释为纯由信息构成的社会，把“知识经济”误释为纯由知识构成的经济，于是就把物质生产活动吞并于语言符号活动之下，泯灭了物质生产领域作为社会存在基础的地位。在自动化生产大幅度推广的态势下，这种误释扩大传播所造成的危险也在增长。我们应该承认，两个层面的相互转换在当代已发展到触点众多、灵活迅速、精巧镶嵌的程度，但不可抹杀两层面的根本区别。在自动化以前，机床旁的工人按照加工单进行操作，流水线旁的工人按照工序要求完成一道道工序，加工单和工序要求的制订都是阶段性的物态化劳动，其成果直接作用于工人的意识；实现自动化，用自动化机床和机械臂取代这些环节，随着活劳动从中撤出，物态化层面也从中退出，转移到别的环节。这并没有削减原有物化层面的生产过程，反倒扩充增大了它的物化技术装备。同时，物态化层面的生产又开辟了新的运行方式：一方面，在工程师为自动化机床和机械臂配制电脑软件使其具备智能化的精微结构之前，必须设计并编制逻辑草图，以便做好从物态化层面到物化层面转换的周密准备；另一方面，自动化生产过程的实际状况必须通过仪表显示和电视荧屏图像向监控者反馈，这样的反馈方式已非亲临观察，而包含着从物化层面到物态化层面转换的环节。

界定了“意识物态化”这一对象化活动层面之后，现在让我们进一步回顾，物态化层面的对象化活动在成长历史过程中如何

分蘖。

首先分蘖为指令性言语与叙事性言语。

指令性言语的职能是对物质生产实践和群体物质生活实践的活动方式予以规定，属于意志行为领域。它发挥言语对于实践的规定作用。初民使用、制造工具以及使用所制造工具的操作方式，大量是尝试性的，尝试失败要淘汰舍弃，尝试成功要优选保留，这是族类生存所必需。为了在群体间传递与积累成功经验，必须把种种合规律又合目的的操作样式用语言表达出来，构成物态化层面的“生产力操作指令”。语言学对古代语言的研究告诉我们，原始语言中出现得最早的、数量最多的词类是动词，这说明语言在起源时期曾以操作指令功能为其主要功能。婴儿在学会说话之前，最初能懂得含义的一批词，是表述动作的词，这一现象是人类语言生成史的复演。随着生产力的发育，“生产力操作指令”自然会向“生产关系行动指令”延伸。这种延伸在初民的围猎活动中表现得最明显，这情境下，人与劳动对象拉开了距离，个体的活动被组织在群体行动之内，群体内的各个体活动能否在空间中、时间中互相配合协调的问题突现到第一位，因而传递动作要求的指令也有了调节生产关系的性能。在远距离传递的情境中，有必要把言语延伸为其他的物态样式，例如，事先约定，敲击什么样工具的响声表示要做什么（前进还是后退），举起什么样颜色的物体表示要做什么（向左还是向右）。概言之，在指令性言语类型内自然分蘖为生产力操作指令与生产关系行动指令。

叙事性言语的职能是报导实践活动的环境、条件、效应、后果及其对群体生存相宜与否，属于认知与情态的领域。它发挥言语对广大世界的描述作用。为了因地因时制宜进行实践活动，以避免失败保证成功，必须对周围环境的种种物件事象的实际状况有所认知。一方面要对不同的物件事象愈益准确地分辨，另一方

面要对重复出现的物件事象试图予以概括，逐渐认知事象之间因果关系或时间顺序的规律性。原始文字的出现推动了认知向纵深发展。这样的叙事属于“认知意识”类型，从报导事象发展到推测规律，为将来实践的合规律性方式选择提供依据。另一类型则要求对周围事象的吉还是凶、有利还是有害、祥瑞还是险恶，概括地说，是否合乎群体生存所设定的种种目的，有所感知。对周围事物这类性质的辨认必定带有情绪、情感反应。这样的叙事在于唤起意识对于环境物件事象之合目的与否的敏感性，且在正反两种性质各自范围内还逐渐生发不同强度不同情调的细微体验。当语词不够用时，就不得不借助其他物态媒体，例如体态手势动作、面部表情、头饰面具、服饰纹样等种种形式来辅助情态传达。这样的叙事方式也就属于“情态意识”类型，从报导事象发展到直觉评价，为将来实践的合目的性导向准备足够敏感的情感激发状态。

从以上描述的意识物态化活动的两对分蘖，已能预感到审美意识物态化活动历史生成的趋势。但是，请注意，刚刚分蘖的“认知意识叙事”也好，“情态意识叙事”也好，都还没有成长到“审美意识对象化”的水平，它们仅仅使审美意识的发生有了充足条件，孕育了独立自觉的原始审美意识。现在应当及时勾勒出从美的存在到审美意识发生这一历史进展的层次顺序轮廓。

美的存在之从无到有的飞跃，是在先民开始大量使用工具（包括把天然物件用作工具，进而以这方式制造工具，继而使用所制造的工具）进行劳动的物质生产领域中开启端倪的，这劳动已在某种程度上利用了自然界的规律来在某些范围内保证族类群体的生存需要得到满足，在这“合规律性与合目的性相一致”的意义上，劳动活动的样式和劳动产品的形式具有了美的秉性。随着劳动利用自然界规律的程度加深，实现族类群体目的的范围扩大，美的存在的领域也稳步地逐渐壮大。但是最初族类主体对美

的存在的认识还停留在成败体验的水平上，还不是对美丑的自觉分辨；劳动创造既合规律又合目的（美）的形式是迫于生存竞争的自然法则，通过大量尝试探索，本着避死求生、避败求成的本能准则，进行筛选。这一进程，是在物质生产领域（意识物化的对象化层面上）持续推进的，几百万年不曾间断。在这基础上，出现意识物态化这一对象化活动层面内的叙事言语，在群体内各个体相互间传达意识内容的过程中，对物质生产领域内已经存在的劳动活动样式、劳动产品形式、周围自然环境中的物件事象及其相互联系的规律性、其合目的与否的性质，予以复现、观照、体验。这样的物态化活动，就其对象存在而言，既是知识库存的萌芽，又是艺术的萌芽，就其对主体心理结构状态的作用而言，则培育了求知的意识与审美的意识。求知、审美两类意识的共同性在于专注对象的形式，而不同点则在于：求知要求分辨真伪是非，要追问当前的物态化对象形式是否符合事实与规律，态度是冷静的；而审美则要求在不出现本能反应的条件下感知其相宜与否，要求从群体实践活动结构的视角来体验当前物态化对象形式的正反面价值，态度是动情的，以心情的愉悦还是厌恶来回答对象形式的美还是丑（规律与目的相协调还是相对抗）。审美意识的特性在于这样一种形式感：在对形式的精细分辨中伴有相应的（因与实践活动结构相协相冲相关而唤起的、非发自生物本能的）情绪情感体验。当这样的形式感特性经过叙事性物态化活动的长期培育而确立时，审美意识的发生过程就完成了。下一步，才轮到独立自觉的审美意识来寻找自己的物态化对象形式，“审美意识对象化活动”诞生的历史时刻才到来。这就是说，先有对象化活动对审美意识的孕育，这是审美意识生成之前的胚芽发育期，物化与物态化两个层面的对象化活动共同孕育人类审美意识的历史时段不会短于十万年；然后才有独立自觉的审美意识捕捉自己物态形式的文化活动登上人类文明的历史舞台。并且不应忘记，

在审美意识对象化活动生成为文学艺术诸多门类，创作大量艺术品，从而强劲有力促进审美意识生长成熟的同时，文学艺术范围之外广阔生活空间的物化与物态化活动还在持断不息地以其源源不竭的新生合规律合目的形式培育着审美意识，给它注入旺盛的生机。

让我们暂时停留在审美意识发生过程的历史时段内，回顾不同门类的艺术萌芽如何以不同方式孕育审美意识。这对于更全面更完整地把握审美意识的特性，会有许多教益。

在建筑和装饰领域，大量造形取决于物质生产实用产品的工艺学结构，这造形的规律性重复出现显示了人类对某种规律的熟练运用，主体对它的形式感知就逐渐伴有愉悦而成为肯定性的审美意识。最早的茅屋大约在三万年前就在寒冷地区被建为居室，先民在地面上挖下不规则椭圆形的浅坑，使居住空间一半埋入地下，周围的土层就充当了保温性能较好的围墙，中央立一根“中心柱”，围绕柱顶，用长毛象的骨骼、兽皮以及树枝搭成圆锥形的顶棚，顶棚的圆形边缘贴近周围的地面。这样的茅屋造形，对于先民就成为安全感的象征。装饰的几何形来自工具和产品的技术结构。例如，在石斧和木柄连接处常由绳索捆绑成交叉线，在水罐侧面穿背带处也常系以交叉的绳索，交叉线图案就逐渐给先民以结实稳妥的感觉而成为具有审美价值的装饰图案。又如编织品的花纹，显示了先民驾驭物质材料的技巧，成为装饰的图案单元，后来编织品被用于陶器制造过程，这样的图案单元又成为陶器上的巧匠印记。先民以这样的装饰印记来表明，制作器皿的劳动不但创造了器皿的实用价值，而且证实了制作者已具有自由塑造形式的巧智。这装饰图案之所以能引起、能培育审美愉悦，正是由于观赏时得以从物体的造形见到人的巧智。

先民的有些饰物，是用来记录星象变化和季节推移的。在克罗马侬先民居住的岩穴内发现的象牙小饰板上刻有 29 种符号，

某组符号恰恰与月亮的盈缺变化吻合，满月靠左，半月（上弦下弦）居中，月芽靠右。这饰板上刻的图，像月份牌一样反映了完整的“月”概念。1880 年在法国西南部的蒙高迪埃发现了著名的鹿角棒，上面刻有两头海豹和一条鲑鱼。鲑鱼肚皮朝上，下颚部位有钩状器官，显示了鲑鱼在产卵期回游的特征。这一图像记录了鲑鱼回游、海豹追逐鲑鱼这季节，预告着春天即将来临。从这些饰品上所刻的图像可以见到，先民的“叙事性言语”已延伸为“记事性刻图”，这物态化对象记录了先民对自然界规律性事象的认知。这些物态化形式既开启了求知意识，也激发了审美意识。

最早的雕塑与护身符相关。在尼安德塔尔先民住地的考古发掘中观察到，有许多小型动物的雕像被当作护身符经常佩戴。在法国、奥地利、捷克等地出土的女子雕像或女子塑像，有的是浮雕，有的是石灰石雕像，有的用黄色粘土和长毛象骨灰混合的材料塑成后经过烧结，使其坚固而便于携带。研究这些雕像塑像的社会功能，发现它们被当作偶像，被认为具有护佑的威力。先民的这些“记事性造像”活动伴有虔敬的情态，造像已被赋予神化的想象效力，这显示物态化对象培育审美意识的作用有其特殊的分支。

在劳动过程中，循环性动作形成规整的节奏，这就使劳动动作所形成的舞蹈和伴随劳动的歌唱也具有规整的节奏，而对规整节奏的体验和听赏所带来的生理轻快和心情愉悦，又使沉重的劳动变得轻松，带来了实用方面的效益。正是实用效益持续推进了物质生产所伴有的这类因素对审美意识的激发作用。毕歇尔、普列哈诺夫、希尔恩等人研究原始艺术的著作中都讲到节奏性动作和歌唱在原始劳动过程中自然形成的现象。应该说，这是集体劳动过程的工艺学规律。劳动的歌与舞的最典型例子可在大洋洲土著部族那里见到：由于划独木舟的动作必须以整齐确定均匀一致

的节奏来调节，划独木舟的舞歌就发展起来了。农耕劳动中，刨坑下种一类循环反复的动作也促成了节奏性的舞与歌。此外，由于劳动分工导致技艺特异化分蘖，多样化的技艺常成为哑剧所表现的题材，表演过程中互相观赏特异的技艺样式，动作的流畅和交替的新鲜感唤起愉悦。这样的哑剧沟通了劳动与游戏，使娱乐具有劳动内容，使劳动形式成为娱乐的对象。

对审美意识的发生有加速催生作用的物态化层面原始文化活动中，值得特别注意的是被研究者称为“巫术”的活动。初民相信，对物体的某部分施加作用就会影响整个物体，对物体的仿制品施加作用就会对物体本身实际起作用，对气候现象变化的模仿能够呼风唤雨。这种想象中的联系，研究者称为“交感联系”。这样的想象，与低下的物质生产力相应。在严酷的生存斗争中，初民对于控制自然力、征服敌对势力，有着强烈的渴望，但是在实际物化层面上能力有限，就用物态化层面的活动来代替，作为代替的补充，还要求想象，物态化层面的因果变化能够引发实际物化层面的同样效应。这种想象，显然是比宗教还幼稚的迷信。但是，设身处地评价，在初民不放弃劳动拼搏的生活条件下，这种虚构想象也并非完全无据无用。物态化层面的活动，虽然对洪旱风雨等自然现象不起作用，但对周围的猛禽猛兽却有作用，禽兽的感觉器官与人相仿，鼓声、锣声、镜面的反光、五彩的服饰，都能令它受惊，在这范围内，物态化层面的威慑确能转化为物化层面的实际效力。把这小范围的转化效力夸大，就导致“交感联系”虚构想象。另一方面，虽是虚构想象，却会有助于狩猎或战斗的群体演练倍加认真，动作到位，步骤严密，使演习操练切实起到锻炼群体战斗力的作用，因而确实能提高成功的概率。通过群体主动操练这一环节，对于虚构想象联系的当真认真就能取得实效，因而有其文化定位的合理性。

掺杂巫术观念，或由巫术观念加以整合的群体活动，在初民

为生存而进行的活动中为数颇多。大洋洲土著部族在造船时要唱《造船歌》，相信词具有巫术力量，认为把词编成句篇，在造船过程中歌唱，就能使独木舟造得比较好。初民用猛兽身上的皮、爪、角、齿来装饰自己，以显示自己战胜了这些灵巧有力的东西，表明自己比这些东西更为灵巧有力，预示自己在来日战斗中的勇敢和胜利。笑剧或哑剧性质的舞蹈表演常发现于原始部族中，它们的起源早于叙事诗和抒情诗，甚至比足够发达的语言出现得还早，这种水平的、有戏剧情节的舞蹈，是初民交流思想的重要手段，在巫术观念渗入或组织下，也被用作制服环境事物的重要手段。研究者认为，初民的狩猎巫术是作为一种能有效地组织狩猎活动的实践手段而发展起来的，它的目的和效用都在于保证狩猎成功。希尔恩在《艺术的起源——一个心理学和社会学的探索》一书中讲到："当北美印第安人或卡菲尔人表演舞蹈时，动作实际上全都是对狩猎活动的模仿，我们难免见到在他们古怪表演中的原始生活例证，而且这些表演还纯粹是一种哑剧艺术。……这种哑剧有它的现实性……一场野牛舞，哪怕只在帐篷里表演，也同样被认为可以强迫野牛进入猎人的圈套。"

这种虚构观念促使初民对狩猎对象作出逼真的描绘。几千年来，生活在北极圈沿线的爱斯基摩人在石头和骨头上雕刻动物的形象，这些雕刻具有强烈的原始狩猎生活的真实感。爱斯基摩人认为：如果一个人能细腻地描绘出所要猎取的动物，好运气就会降临到他身上。在世界各地相继发现的、令世人惊奇的原始石刻岩画，由此就能得到解释。常常发现岩画刻在洞穴深处光线很暗的岩壁上，这种情况说明不是为了观赏的。有的犀牛画刻在岩石的缝隙，只有当人平躺时才能让眼睛跟画像处于同一平面，在这样的地方作画要冒生命危险，可见作画在当时并不是娱乐游戏。有些岩壁被一画再画，两三次的图像互相重叠，不顾是否清晰；可设想，是由于第一幅画被认为发生了预期的巫术效果，给狩猎

带来了好运，这片壁面就被认为是灵验的、最适宜作画之处。1879年夏在西班牙阿尔塔米拉洞穴发现了大型岩画，有旧石器时代的20多头动物形象，包括15头野牛、3只野猪、3头母鹿、2匹马和1只狼。有的画像比实物还大。这些动物姿态生动，有的正在跑着，有的受了伤，有的被追赶而陷于绝境，逼真而动人。原始岩画的轮廓线大多用燧石工具刻成，切进岩石表面，嵌以矿物颜料，红色是铁的氧化物，蓝色是锰的氧化物，黄色和橙色是铁的碳酸化合物，把动物脂肪跟它们搅拌在一起，形成最耐久的绘画颜料，经历万年不褪色。

以上列举的艺术萌芽实例，有的贴近物质生产劳动（物化层面），有的旨在演习、操练、记录认知、交流体验、追求想象中的效力（物态化层面），有的处于动态（伴随主体活动过程），有的处于静态（呈现为对象化产品），以不同的媒体诉诸不同的感官，培育了主体的审美意识。借助这些实例的启迪，可以怎么样概括审美意识的特性呢？

（一）感觉器官处于兴奋状态。视觉和听觉的兴奋活跃，是研究者通常注意的，但是运动觉的兴奋活跃却常被忽视了。有的研究者提到触觉，其实触觉兴奋在审美意识中占据的分量很小，而运动觉则由于跟使用工具的人类本质活动密切相伴而在审美意识中处于枢纽地位；把“触觉”概念与“运动觉”概念混淆，以前者代替后者，是由于心理学知识欠准确而导致的对审美心理活动构成的误释。值得注意的是，以运动觉（包括记忆、回忆运动觉的心理表象）为中介，视觉与听觉就处于紧密的联觉状态，由于内化了的运动觉在审美过程中主动活跃，来自视觉和听觉的信息都有可能唤起各感官的广泛兴奋。

（二）对于形式的聚焦专注。主体的活动形式也好，主体所运用的工具的形式也好，由活动在对象中造成的形式也好，由于把合规律性与合目的性统一在一起而标志着能保证成功，这种形

式的存在是美的存在。在为满足急切需要而进行的物化活动中，在经过筛选而采取的活动方式中，这种形式固然终究得以存在，但却还不能引起劳动者注意，还不能成为占优势的兴奋中心，只有通过反复模拟、操练、描绘，在物态化活动过程中专注观照，这形式的存在才突现到前台而处于中心地位，使这形式所能保证实现的实际满足需要的效应退居到背景中，在远处等待想象力来召唤。实际效应当作不在话下的后果退到远处，而能保证这效应实现的活动形式和对象形式提升成为关注的焦点，是审美意识的特性。

（三）激发肯定性的情绪情感体验。对于合目的性能的意识，向着两个相反的方向同时展开：在对象方面，实际合目的效应退到远处成为想象中虚构的情景，在心理体验方面，伴随活动的成功预感激发起肯定性的情绪情感体验。对审美愉悦的心理学剖析，研究者之间还有争论，侧重研究舞蹈的研究者，偏于强调活动形式的节律性、对称性、重复性、对比再现性等等要素直接引起生理的轻快、健康的愉悦，侧重研究岩画的研究者则偏于强调对象形式所体现的主观目的可实现预感是愉悦的来源。这两个相反的侧重面，引导我们发现两者的交汇面：主体的主动活动与活跃想象，在合规律与合目的相一致的条件下自由施展，符合人类本质结构纵深自我构建的发育需要，这需要的满足是愉悦的源泉。

（四）对象呈现形式与主体活动形式在意识中互相召唤，互相应答。周围事物的存在，主体的活动和体验，其间虽然没有直接的因果联系，但是从形式的视角，凭着形式在想象中的相互推移，却能使它们互相沟通。茅屋顶棚的矮胖圆锥面造形，可以召唤初民生活的安全感；划船呼号的规整均匀有力，可以召唤独木舟平稳飞穿的景象。召唤与应答沟通，依据的是什么？依据的就是对象呈现形式与主体活动形式相互间的因果、顺序、同态、同

构对应关系。这召唤应答虽然是在想象中虚构的，却是意识有可能对世界图景予以整合的重要前提。这想象中虚构的呼应，使主体能在对象的存在形式中观照自身本质力量的施展，能在自身的活动形式中体验到实践肢体超生物延伸在周围世界中赢得的自由。

（五）与实践肢体与言语器官超生物延伸相适应的感觉器官超生物延伸。按照反馈控制原理，任何动物物种在进化过程中发展出一套运动器官的同时，必定会发展出一套感觉器官与之相适应，否则就难以生存。鹰的双翅进化到能够凌云高翔，鹰的双眼就必须进化成犀利到能够分辨几千米之外的物件是否可食。同理，人类既然以使用工具的活动延伸了自己的肢体，以语言、手势、图像、符号（以后又出现文字）的运用延伸了自己的言语器官，两个层面相结合，构成一套超生物的运动器官，那末，与之相适应，必定也要延伸自己的感官，发展出一套超生物的感觉器官。这套感觉器官的外化侧是各门类文学艺术的大量作品，向内纵深发展的能动侧是审美意识。按其超生物感觉器官的职责，感官的功能不可停留在本能的感性水平，必须在用眼耳等天生感官感知对象的同时，敏感到对象对于人类的价值，无论其价值是肯定的还是否定的，都要能以直觉的敏感性迅速分辨，作出判断，这种分辨判断，是以“美引起愉悦，丑招来厌恶”的直觉方式运行的。这样的直觉反馈就成为实践调整所依据的信号。这正是审美意识对人类生存独具的贡献。那末，灵敏地作出分辨判断又是凭什么呢？凭着对形式差异的敏感，凭着对形式之间相互联系的多样化规律的敏感，凭着对形式相互推移的全过程能否合规律地导致合目的效应的敏感。

现在我们可以来设想，审美意识对象化活动在人类文化史上是如何开始的。

这开端，实际上是点点滴滴，隐约可辨，难以划界的。审美

意识在受到长期培育之后，如何可能反转过来，从意识本身的表达要求出发，寻找相应的物态化对象形式，这取决于它受到培育的实际条件。概括地讲，实际条件包括三大范围：（一）物质生产给对象赋予造形又给主体自己设定规范的活动，（二）以口头言语方式交流认知与情态的叙事性言语活动，（三）抱有巫术观念虚构“交感”目标而进行的群体活动，一部分物质生产劳动过程的复现演练也卷入其中。这三大范围中都有一部分激发情感较为强烈。这些部分之所以能达到较高的激发强度，是由于有某些形式把与群体生存命运相关的本质属性明显地突现出来，而突现的同时又保持着诉诸感官的现象生动性，使得凭感官把握本质有更高的可统觉性。情感激发唤起愉悦，在长期内被各个体反复体验，渐渐成为要求满足的欲望，在这欲望推动下，就从原先活动范围中选择摘取有强烈激发作用的形式，在可能利用的活动范围边缘予以重现、复制、衍生、移植，这边缘地带既可以跟原先同类，也可以在不同类之间交互迁移。诸如，在实用产品上附加装饰，在实用叙事言语间附加衍生重复，在追求巫术效果的仪式内扩充某些表演。从边缘逐渐推进扩大，自觉审美意识的对象化活动就具备了规模，在漫长历史发展中形成了文学艺术的各个门类。

尽管在实例上难以划界，但是根本性质的转变却必须在理论上确认：意识与物态化的先后顺序，现在调换过来了。在审美意识还接受孕育的阶段，物态化层面的对象化活动在先，审美意识的萌生在后；而在审美意识对象化活动中，审美意识的心理活动在先，而物态化层面的对象化存在随后。

这根本转变开辟了人类文化发展史上的新阶段。新阶段的特征是：

（一）形成了“审美意识——对象化——审美意识”这样的小循环活动。这小循环不同于人类以物质生产实践创造世界从而

提高自身本质力量那种大循环的新特点是：自意识始，以意识终。审美意识的初始根源虽然深深扎在人类物质生产实践之中，但要从实用效应的庞大复杂因果网络里把形式的美丑提炼出来达到自觉意识，却经历了漫长的道路，一旦人类学会把这一点一滴达到自觉的审美意识内涵予以对象化，呈现为物态化层面的对象存在，这成果就得以传播保存，得以成为群体的精神财富，得以世代相传连续进化。换句话说，经历对象化再返回主体心理状态的审美意识，就能达到新的高度。小循环并不取代大循环，而是像人体血液的肺循环和体循环在心脏交接那样互相耦合。经过小循环内对象化阶段提升到新高度（好比血液经肺泡充氧之后），就能以新的审美自觉性从事物质生产实践创造世界那种大循环活动。这是小循环的特异结构，是它对人类本体机能的特殊贡献。

（二）在这小循环内处于对象化物态中的世界图景，经历了双重的形式重组。处于小循环第一阶段的审美意识之所以能处于情感激发状态，是由于已然经历了对现实事物形式的选择提炼，把与群体命运相关的本质所显示的现象形式浓缩整合起来。现在，在进入小循环第二环节对象化时，为了获得可传达性，又必须在当前媒体范围内选择素材乃至创设素材，用以建立相应的形式，使许多主体都能透过这形式对审美意识早已浓缩整合的现实情景予以再体验。当进入小循环最后环节返回审美意识时，就保留着这“双重形式重组”的成果，以其再体验跃上更高的自觉水平。

把这“双重形式重组”描述为“疏隔”，是深重的理论谬误。为了矫正这谬误而提出的概念是——遥越（remote - over, fernübern）。当代的遥感探矿技术给了我们重要的启迪。当探测者上升到飞机乃至卫星高度，以接收不同波长电磁波的摄影仪给地球照相时，对地球的认识不是被遮挡隔绝了，而是达到了近处达不到的完整通透程度。审美意识经历对象化环节的“双重形式

重组”所达到的对人类本质力量的洞察，跟遥感摄影相仿。意识对现实的关系，以这方式存在，我们称之为“遥越”。

（三）审美意识的内涵容量多方位扩展。离人类遥远的自然界，山川云海乃至日月星辰，所展现的千姿百态，所给予的福祉灾祸，都成为审美意识关注的对象。多种感觉器官所感受到的对象性质，例如鲜花之香与腐质之臭，绒毛之柔与荆棘之刺，通过语词表象参与物态而显示了审美价值。除了模拟性的感性要素，还有大量比拟性的、象征性的、拟人化的、高度夸张的感性形式，也得以呈现为物态的形式构成。更为重要的是，许多具有否定性价值的对象，就其本性而言激起否定性情感体验的事物，本身属于丑，却由于进入对象化所经历的第二重形式重组时处于对抗性的形式关系中，衬托了主体对它的贬斥控诉而成为审美意识物态化对象内的组成部分。凡此种种，都强劲地张开了主体的创造性想象力施展的范围和程度，为物质实践能动性的高翔铺设了起飞的跑道。

把人类审美意识成长的历史放在审美意识对象化循环螺旋形上升的整体中来考察，将得到哪些新的认识呢？对于聚讼已久的美学理论难题，将作出哪些新的回答呢？

（一）如何理解超功利

在审美意识对象化活动中，主体必须捕捉具有情感激发作用的形式，而跟实用功利需要的满足拉开了距离。主体要求从这对象化产品获得的，并非物质生活实际需要的满足，而是主体用来保证其满足不在话下实用欲望的整套中介结构的形式推移景象，既有主体的又有对象的，既有动态的又有静态的，既有可见的又有可闻的。主体要求从形式推移之合规律合目的方式的聚焦专注和动情体验中获得审美的愉悦。借助这专注体验，主体就能摆脱急于求得实际需要满足的欲望驱使，摆脱盘算实际需要能否满足得了的焦虑煎熬，而陶醉于人类实践力量的自由运行，并能从力

量绰绰有余的自信高度俯视那些不在话下的功利活动。在这意义上，审美意识对象化活动及其产品确实超越了功利。

但若把这种超越解释成无利害关系，把物态化对象的美解释成跟其他任何事物都无关系的特质，具有孤立绝缘的绝对性，那就深深陷入了误区。应当确认，情感态度的肯定与否定背后，就隐藏着形式合目的与否的因果联系。当我们同情剧中主人公的遭遇而跟他一起喜一起悲时，不可能理解不了、想象不到这些遭遇对于主人公的实际功利意义。经过对于审美意识对象化形式的欣赏体验而得到提高的形式驾驭能力，也为来日在物质生活实践中运用形式解决难题储备了智能、情态、毅力资源。这样的功能，通常在美学理论中表述为审美教育的人格塑造功能。从这视角来看，审美意识对象化循环螺旋上升对于人类创造世界的宏伟物质实践具有不可或缺的功利价值。

（二）.如何理解无概念

审美意识的物态化对象形式要求唤起主体感官的充分兴奋，联觉联想充分活跃。在联觉联想之旁，本文还要提出“联感”（appathy）概念，用以指称情感态度被对象的感性形式唤起的审美机制。由于“联觉”一词侧重指感觉器官表象之间的联系相伴，易流于肤浅，“联想”一词又侧重指语词意义表象之间的联系传递，易陷入理智化，两者之间尚有缝隙缺漏。事实上，审美意识物态化对象形式内常有一些要素能激发主体对以往经验中某种情态的回忆浮现，且各种情态之间还能互相召唤，因而能在总体上形成情感饱满的欣赏心理活动。鉴于此，有必要用“联感”一词参与描述审美意识面对对象形式重新激活的欣赏心理状态。为保证这样的重新激活不受干扰，在以语言文字为载体的艺术形式构成中就有了一条戒律：不让表述抽象概念的语词参与这形式构成，要避免把个人作为时代精神的单纯号筒。在造型艺术、音乐、舞蹈等门类的载体里，当然不会夹杂这类语词，但是相仿的

情况也会出现，倘若作者旨在用一些模型化的形式让欣赏者能立即联想到一些公认的抽象概念，这种偷工取巧的办法也属“概念化”之列。

但若由此认为审美意识要割断与理性的联系，那就贻误深重了。应当看到，在“双重形式重组”活动背后起导向作用的，是人类的理性，这理性虽然不被允许在当前的物态化对象上以语词概念表述出来，却总是跟形式重组活动密切联系在一起，给它提供依据，支持正确的选择组合排序，否弃错误的，这正确错误的判定离不开理性的尺度。审美意识物态化过程中，形式重组与理性的关系，可从深层与表层分别剖析。

从深层看，选择有情感激发作用的感性形式要素予以浓缩时，涉及人类群体物质生活命运的因果逻辑关系在背后控制这过程，这控制往往不是临时在作者个人意识内形成，而是由个人所属的社会群体的敏感成员在长期共同生活经历中积累起来的。从这视角来剖析，我们对黑格尔在《美学》一书中如下这段话就能有新的理解：“情致（Pathos）是艺术的真正中心和适当领域，对于作品和对于观众来说，情致的表现都是效果的主要来源。情致所打动的是在每个人心里都回响着的弦子，每一个人都知道一种真正的情致所含蕴的价值和理性，而且容易把它认识出来。情致能感动人，因为它自在自为地是人类生存中强大的力量。”情致是“存在于人的自我中而充塞渗透到全部心情的那种基本的理性内容（意蕴）”。黑格尔看到了个体的情致与人类群体生存信念的相互渗透。与此相仿，诗人艾略特说：“诗并不要求表达信念，但却向我们显示，有了信念会觉得是什么样的。”康德提出的“美是道德的象征”这一命题，言简意赅地强调了这一渗透。马克思、恩格斯主张理想的剧本应该是“巨大的思想深度和意识到的历史内容，同莎士比亚式的情节的生动性和丰满性，这三者的完美融合”。并指出典型性格与典型环境的内在联系，在戏剧中

呈现为“人物行动的动机不在琐屑的个人欲望，而在卷着他们走的历史潮流”。

从浅层看，文学艺术各门类的媒体有各自特异的形式要素，例如诗的韵律，戏剧的角色、情节、结构，造型艺术的色彩、线条、造形，音乐的节奏、和谐、音色，在世代相传的长期发展中，对各类形式要素的运用已形成精巧壮阔的工艺学结构，这结构的内在逻辑，是后辈学习掌握技巧的过程中必须理解的。尽管作品诉诸欣赏者感官的物态化形式里不被允许放进表述技术逻辑的术语名词，但在作者创作过程中却不能不伴有对技术逻辑的自觉意识，不能不借助术语概念作为当前物态化立美创造的脚手架。

（三）如何理解自然美

自然美是与人无关独立存在的吗？是依赖于人对它的感觉而存在的吗？是依赖于人对自然的加工而存在的吗？从人类学本体论的视角还有没有别的理解？

由于马克思的著作里曾直接提到宝石的形式美，宝石就常成为争论自然美问题所围绕的实例。从朴素的常识，承认宝石本身有它的美，本是无可犹豫的。但若追问它究竟因何为美，答案就分歧了。有的学者强调以宝石本身的物理、化学属性来解释这美。有的学者则强调人类实践对美的存在有决定作用，援引这样的事实：“从地里采来的宝石石块一般看上去是发暗和粗糙的。经过切削和磨光之后，它们才发闪光，像内部燃着火似的。一颗切削过的宝石的人造晶面，或名‘刻面’，与天然的晶面不相同。”（《麦克唐纳插图丛书》第一卷《科学：化学，物理学，天文学》，中译本第32页）辩驳可以继续：切削磨光这种人类劳动在此对于美的形成是决定性的吗？为什么打磨铁矿石就得不到这样的形式美呢？

对这形式美的分析，可分三步：第一步，确认这形式的美之

所在，第二步，追溯这形式得以成立的条件，第三步，追踪这形式诉诸人类感官如何引起愉悦。

第一步，要确认这形式的美在于，光线经宝石晶面折射或反射，透过晶体时被有选择地过滤，既有鲜艳的色译，又在视角改变时作时明时暗的闪烁。那就是说，这美在于光波状态的丰富形式。这形式跟声能热能无关，假如有人取两块宝石在我耳根相击，我从响声无从感受形式美，假如有人把一撮宝石装进小布袋里让我用手去摸，我从冷热硬软的辨别也无从感受形式美。这就是说，物体必须在特定条件下"显形"，让丰富的形式得以成立，美才实际存在。

第二步，追溯宝石有哪些物理化学性质，决定了它有这样的光学性能。一是晶体的几何形状，它是多面体，各平面呈对称的多边形，经切磨可使各表面与晶格的各边界吻合。二是晶面对于光线的折射和反射性能。三是晶体对光谱的有选择过滤。至于它的化学性质则是在常温下保持分子结构的稳定不变，不易分解，不受腐蚀。但要注意，这些物理化学性质对于光波形式的成立仅仅提供了可能，却还不是光波形式本身；当然，这可能性是十分可靠的，并非飘忽不定，但毕竟还不是充足条件。必须有光照条件跟它结合，才使可能性最终转化为现实性，才使那丰富形式最终得以显形。在未显形之前，这美是潜在的。

第三步，追踪这显形了的丰富形式，经人类视觉器官进入人类意识，假如这意识具有审美能力，就唤起愉悦。显然，这愉悦的生成，还要从主体的感官结构与意识结构得到解释。从感官讲，眼球与视神经精微结构正常，无病变障碍，是光波状态的丰富形式得以传入中枢的必要条件。从意识讲，中枢在接收这丰富形式时能否以愉悦应答，还要以中枢神经网络的结构状态为条件。在这最后关口问题上，马克思本人给了我们明确的回答：应答能力扎根于"人类本质力量的展开了的丰富性"之中。从人类

学本体论的视角来看，丰富的工艺学结构不仅存在于人类物质生产所创造的对象世界中，也存在于人类长期使用工具、使用语言活动所形成的中枢神经网络中。光波状态的丰富形式由视觉器官传入中枢的那一瞬间，只有得到中枢的丰富工艺学结构应答，才可能引起愉悦。这应答还从心理层面向对象化活动延伸，把宝石串成项链，镶进冠冕，编入童话……

对以上的剖析作理论反思，自然美存在的历史轨道可概括为"潜在——显形——应答"三段式。第一段，大千世界自然万物的形态结构，都有可能构成丰富、生动、规整、对称、合比例、多样统一的形式，这些性能都是不依赖于人类而独立存在的，都是潜在的美。第二段，在特定条件下，这样的形式得以显形，显形的机遇，有的来自自然界本身的变化（雨后斜阳对面出现彩虹，地层断面使水流形成瀑布），有的来自人类物质生产实践所创设的条件。显形使潜在的美生成为现实美的萌芽。这萌芽的发育成长则靠人类的应答，从审美意识对它的敏感愉悦开始，延伸到对象化活动中对它的运用。正如在物质生产领域，在物化层面上，人类可以把自然物用作工具，用作自己肢体的延长，来实现自己的目的，同理，在精神生产领域，在物态化层面上，人类也可以把自然界固有的丰富形式取来，用作自己言语器官的延长，用进自己审美意识对象化的形式，来施展自己从自然界取得的自由。

由此得到了"开发自然美"的新理念。既然我们承认自然界本有潜在美的无尽矿藏，就应当创设条件使其得以显形，使原先看不到的形式得以看到（望远镜、显微镜、摄影机、录像机对于广阔空间潜在美的可视显形作出了还将继续作出无可估量的贡献），使原先听不到的形式得以听到（把一个乐音内部叠加的谐波予以分解，就能听到谐音列），还有其他许多途径使自然美从潜在变为可感知（几何学以独到的方式揭示空间关系规律的美），而不应该到处套用"改造"的模式，一味要求改变自然界原有的

形式。它一显形，我就要应答。应答不仅包含审美的敏感性，还包含珍视新显形的形式美素材，珍重萌芽本身的生机，运用它们来构思创造新的对象化形式。

（四）如何理解宣泄

“宣泄”概念是亚里士多德在总结希腊悲剧的艺术经验时提出的。原词改用拉丁字母拼音写作 katharsis，汉译除了音译，有“宣泄”、“净化”等。亚里士多德从生理学和医学领域借用了这个词，按这词的本意是，胃肠内有毒的滞留物，通过清泻排出体外，排毒使人体恢复健康。亚里士多德借这个词来描述悲剧的艺术效果，是由于这种效果迥然不同于抒情诗欣赏过程直接获得愉悦，而是经过强烈的悲痛而转化为审美愉悦，这过程可用医学治疗的清泻排毒、宣泄净化来比拟。现在我们借助审美意识对象化小循环三段式来剖析，特别注意到，从意识到物态又转回意识经历了两次转折，看能否对宣泄概念有新的理解。

在悲剧所呈现的现实生活图景里存在丑，而且这丑不是喜剧里所嘲笑的那种无足轻重的丑，而是以不可抗拒的巨大威力压倒主人公，使主人公遭受不应有又难以忍受的灾难，而无辜的主人公作为主体善的象征，却必须忍受这一切。面对丑的肆虐，观众内心生发两种情态，亚里士多德都讲到了：对于无辜的主人公——怜悯，对于不可抗拒的厄运——恐惧。应该说，这样的心理分析仅仅涉及观众在观剧过程中对于所想象到的戏剧情节内正反两方的态度，而没有指出物态化条件所带来的其他因素。物态化条件还包含如下因素；舞台把想象中的戏剧情节约束在有限的空间时间内，广大观众的每一个成员都有足够宽裕的回旋余地来回味反思这些体验；剧场使众人聚集一堂，每个人都能与众人交流体验，得到同情，而完全不像剧中主人公那样孤独无援；演出有合唱队的歌唱，唱出前言、旁白、结语，歌词超越了剧情所设定的具体时空，引导观众作同样的超越；观众随着所专注投入的剧

情的发展，悲痛难忍，号啕大哭，泪流满面，这些物态化展现补充了舞台上的物态化展现；并且哭声泪水已不是视听所接受的舞台信息，而是由各人以自己的激情主动倾泻的物态化形式。在这诸多物态化条件综合之下，观众的情态作出反向超越：对主人公的怜悯转变为敢于为他辩护，对厄运的恐惧转变为敢于向之抗争；正由于情态在观剧过程中极度受挫，在痛哭中，主体内心潜藏的公正理念和理性使命感开始惊醒，主体从中获得征服对象丑的道德力量。用比喻的讲法，哭声和泪水把压抑精神的丑恶毒素冲泻出去，这跟清泻排毒相仿。作抽象的概括，悲剧表演过程的物态化条件综合，使得审美意识从物态化层面返回心理层面时，排斥了对象丑而高扬了主体的理性使命，主体因经历这番精神磨难而砥砺了征服现实丑的自信。这一强劲反弹，正是审美愉悦得以成立的奥秘所在。

经过以上剖析，尼采关于希腊悲剧的如下概括就显得容易理解了：我们必须把希腊悲剧理解为酒神歌队，这酒神把自己不断灌注到日神的形象世界中去。……理解为，酒神智慧通过日神艺术的媒介而得以形象化……从可见外观世界的幻灭中得到更高的满足。

四　立美意志与人类本质力量展望

立美意志标志着人类实践可能达到的新的历史高度。立美意志超越通常意志的特质在于，以高度的自觉创立合规律合目的的形式，力求自由运用尽可能广阔范围的自然规律与社会规律，以保证实现全社会、全民族、全人类共同的目的。这是立美意志的本质界定。

下文在对比中对这本质界定作补充说明。

立美意志不同于每个个人直接满足物质生活需要的实践意

志，但并不排斥它们，而要把它们的合理内容涵盖在自己的效果之下。衣食住行医疗保险受教育得休养，是社会每个个人都有的需要，社会主义的原则要求每个人以自己力所能及的劳动换来需要的满足。立美意志关注的是有没有建立了相应的形式来保证这一原则得以充分实现，要求建立相应的法律，维护其执行，对于所需制度作补漏增益。

立美意志不囿于团体、阶层、民族、国家的利益考虑，但并不排斥它们，而要把各部分利益的共同适度逐步实现涵盖在自己的效果之下。每个团体、阶层、民族、国家有自己互相平等的权利，这权利应在互不侵害的格局内得到保障。若有殖民主义、法西斯主义、霸权主义的行径露头，要求及时调动正义力量通过国际有效行动形式予以制止。某些民族、国家在争取生存中在某些时期遭遇困境，立美意志要求在可能范围调动多种力量共同探寻摆脱困境的道路。

立美意志不囿于暂时、短期、一代人的利益考虑，但并不排斥它们，而要展望远大、长期、世世代代持续发展所必须采取的实践形式把短暂利益涵盖在自己的效果之下。凡破坏持续发展可能性，摧毁不可再生资源的行为，要求建立有效的体制机制予以杜绝。在突发灾祸面前出现燃眉之急，则要求敏捷及时组织有效抢救。

立美意志对待自然界的万物运行与人类的生存在总体上不置之于互相敌对的关系之中，而要求在有预见地防止自然灾害的同时，尽最大可能保护自然，使万般生机相互作用的生物链处于良性循环，平衡茂盛。为此，要求以治理生态为课题，相应地立法执法，创设相应的静态工程与动态工程。

立美意志切忌空喊口号、弄虚作假；在推动实践达到预设目标时，决非不择手段，不计成本，不顾代价，不惜牺牲，而是要求充分运用规律，设置精巧严密的工艺程序，以尽可能低的投

入，高质量实现目标。

立美意志奉行设计领先的实践战略。设计所面向的领域，既有宏伟壮观的、与全人类利益相关的工程（例如卫星轨道、海底电缆、国际公约），也有各地区、各流域、各山脉、各城镇、各社区因地制宜的局部性工程与规章。立美设计以科学精神为支柱，以民主献策为辅助。

立美意志有反思精神，有抗异化警觉。对于既成实践的既有后果，要求及时反馈，及时发现始料不及、事与愿违的有害效应，及时作出灵活调整，力戒僵化坚持既定计划。

读到这里，有人惊呼："这还是鲍姆嘉腾界定的那个'美学'吗?"我就要反问："马克思主义者有必要固守鲍姆嘉腾的藩篱吗?"又问："这还能用欧洲语言里的 Aesthetics 来称呼吗?"答："我们沿用蔡元培创用的汉语字词,按照它潜藏的逻辑前进。倘若欧洲人转译回去时发现退不回老窝了,那就让他们另造新词儿吧!"

立美意志既有心理层面（愿望、构想、决心等），也有物态化层面（计划书、蓝图、程序表等），两层面以小循环螺旋上升方式发育成长。

当今，立美意志在何种程度上实际具备，在何种程度上还须构建，这是尚待考察的。

立美意志与审美意识的相互关系，是怎么样的呢？审美意识是酝酿，立美意志是归宿。在历史上，审美意识受到了人类物化与物态化两层面对象化活动的孕育培育；在现实中，立美意志则正期待着审美意识来启迪和支持。立美意志自身的结构，必定含有行动指令、操作指令，但它要从审美意识汲取的养分却不是指令而是呼唤。立美意志应有的丰富内涵，靠审美意识来启迪；立美意志应有的坚韧毅力，靠审美意识来支持。

面对这划时代的期待，审美意识可以在哪些方面施展魅力，履行使命呢?

（一）重生态

以丰富的形象和热烈的情致来培育生态意识。从正反两面给人教益：描述优美生态的诱人景象，揭示生态遭毁的痛心场面。广义的生态教育要善于调用文学艺术遗产资源。曾被贬斥为“消极遁世”、“隐逸山林”的诗、画、乐，曾被扣上“反动浪漫主义”、“以田园牧歌美化封建制度”帽子的文学卷帙，只要是歌颂了大自然的美，引导人向往、赞赏、爱惜大自然生机的，都值得向社会推荐。

（二）亲科学

科学普及教育要以形象、动情的通俗方式引导读者发现科学美，从美的视角重新认识数学逻辑的定理，物理化学生物学的定律，社会生活与历史发展的深层规律，唤起对科学美的惊赞热爱，使科学精神渗入日常生活，成为普通老百姓的思维习惯。要改变“科学枯燥”、“科学乏味”的陈旧印象，更要防止在贬义上使用“科学主义”造成人们对科学的戒拒疏离。要让公众醒悟，灾祸来自对科学的滥用，对认识科学的单线片面，对运用科学的反人道失控，而并非来自科学本身。在文学艺术创造活动中要贯穿艺术与科学联结联袂联姻的意向。

（三）觅芳土

世界各地都有本土文学艺术作品，是各民族世世代代创造积累的资源。这些宝库中的精华，我称之为“芳土”。当我们寻访各民族的文化资源时，偶尔会遇到人际仇视、人与自然敌对、以低级趣味冒充审美愉悦之类反面因素，这时决不可被这些迷障挡住了视线，减退了觅芳土的热情。各民族的文学家艺术家都有责任挖掘开发本民族的文学艺术资源，使精华发扬光大，贡献汇集于世界文化的总宝库。

（四）生产力臻美阶梯

生产力的发达工艺学结构是人类本质力量的基础，也是人类

争得自由的立足点所在。完整地描绘出生产力臻美阶梯的历史图景，不仅是历史学家和科学家的责任，也期待文学家艺术家共同参与。文学艺术作品要利用世界技术史的资料来帮助欣赏者审视生产力结构的美日臻丰满的艰辛历程，认识到当代高度发达的工艺学结构所淀积的包罗万象的美之所在，进而展望生产力结构在未来诸世纪进一步臻美的契机。可是，一反马克思对于工艺学结构历史成就的审美态度，法兰克福学派编造贬义的“工具理性”与“工具主义”来跟“人本”、“自由”对峙，当作攻击的靶子，煽起敌视生产技术的社会思潮，向人们许诺在严密工艺学结构的瓦解中将找到自己的解放。针对这种由来已久的误导，我们要鲜明地重申，在历史上出现的单薄技术、片面技术、滥用技术所造成的对生产者的压抑和摧残，对自然生态的戕害和毁坏等等异化现象，只有通过进一步完善工艺学结构，在原先力不能及的技术边界之外增益新的合规律合目的形式，持续拓展工艺学结构的美，方能得以征服。

觉悟的劳动者要自觉站在生产力臻美阶梯前沿，仿效各民族的发明家先辈的榜样，自觉代表先进生产力，在创造崭新工艺学结构的想象力竞赛场上发挥聪明才智。这是审美意识对象化活动要唤起的。

（五）生产关系臻美阶梯

生产关系随生产力的历史进步而不断演变，建立、调整、打破、重建的曲折过程体现了美丑搏斗。生产关系或为生产力开辟发展空间，或阻抑束缚生产力，是一类美丑搏斗；生产关系或创设历史条件所允许的最大程度人际和谐，或激化人际冲突，加剧阶级压迫、民族压迫，是另一类美丑搏斗。世界历史的复杂变故令历史学家眼花缭乱，美丑难辨，社会发展史的简化图式对此无济于事。今天放在社会科学家、文学艺术家肩头的责任是，透过纷繁的偶然波折探寻生产关系臻美阶梯的历史进程。历史研究是

否提供了这样的可能：以准确的考证为依据，从迥然不同于简化图式的审美视角，保留事件的具体性和人物的生动性，配以环境的完整性和人文的独特性，向读者提供志述，让读者从中体验历史上一幅幅生产关系美丑搏斗图景的壮烈？

当今调节生产关系能达到人际和谐的何种高度？把历史的经验教训归结到一点，就是要构筑立法意识、执法意识、守法意识三角整合的群体行为体系。法制又有国法与国际法两个层面，两层面冲撞又提出了新的难题。法治方案当然要靠法学的科学研究去寻找。审美意识对象化活动能做的是，追踪发展过程遭遇的现实事件，捕捉正反面事象，予以采录、审视、呈现、评判。

（六）人格美

立美意志在现实中得以确立，终究要靠一系列觉悟的个人来代表，这样的个人就是特定历史条件下人类立美意志的个性化实体。这些个人的人格美在于，在遵循一般道德规范、恪守行为自律的基础上，能够倾听历史使命，把个人的创造性劳动投入于，把个人的生存价值寄托于这历史使命的执行。对人格美的科学研究，是道德哲学的任务。审美意识对象化活动能做的在于询问：古往今来世界历史上出现过哪些具有人格美要素的高度觉悟的个人？能否摒除一切神化迷雾朴素地显示一个个杰出人物的人格美成长的历程以及在关键时刻面对历史使命作出的回答？能否挣脱“弱肉强食”观念的禁锢，放弃个人本位的成功尺度，从与历史使命相关的审美视角重新写作一批名人传，让人格美以感性的具体性和现象的生动性显现在读者面前？如何把广大青少年对高尚的追求引导到真实的道德自律，带着欣喜的务实登上与历史使命对话的高度？

（七）孺子牛

孺子牛的古代原义是在哄儿嬉戏里当牛让孩子骑。鲁迅的诗句以此表达了觉悟的知识分子献身于工农大众解放事业的决心。

本文提出，赋予这词以教育新理念的内涵：要求以自觉行动使人类本质结构世代更新的机制得以放大加速。面对流行于文学艺术界同行间的贬义“小儿科”一词，我们用“孺子牛”与之对峙。每一世代都应该有一部分人能够这样自问：既然下一代人的营养和受教育条件都超过了我们这一代，我们能不能铺设一条新的轨道，让新一代在德智体美劳群各育都成长得更好更快？能不能把人类世代积累的文化知识提炼成结构更精美、心理负担更轻而营养价值更高的课程，使其具有更强的启发想象力和创造力的功能，以保证新一代达到比我们这一代更高的高度，在更早的年龄段就体验到发挥创造力做出造福社会造福人类的贡献是最大的乐趣？审美意识对象化活动完全有能力通过文学艺术作品中对新型受教育过程的生动描述，呼唤这样的教育理念。

在以审美意识呼唤、启迪并支持立美意志的同时，我们提倡对人类本质力量大胆展望。历史上有人写过《理想国》、《太阳城》、《乌托邦》、《大同书》……今天，在新的生产力生产关系条件下，有什么理由不比前人更大胆地展望未来前景呢？许多人发出警告，描绘了生态恶化、能源紧缺、水源枯竭、民族仇杀、宗教冲突……将导致的可怖可悲远景；我们有什么理由不反过来具体构想人类本质力量对它们的种种治理方案呢？这样的构想畅想，不比那些没完没了的消闲更富诗意吗？

让治理方案结成网络，占领书市，掀起一片持久的展望热潮吧！让潮顶上拍响的立美意志迎风飞舞吧！

1988年11月初稿

2001年6月二稿

此文首刊于《马克思主义美学研究》第2、5辑

歌德的自然观与认识论思想

歌德不仅是一个诗人、文学家和美学家，而且是一个有哲学头脑的自然研究者和人类学研究者，是一个思想家。

但由于歌德常常把自己的思想隐藏在他人的言词背后，后人要准确地理解他就不那么容易。正如，他有一个豪华的枢密大臣的客厅用来适应习俗，又有一个俭朴的诗人学者的书房，用来保持自己，前者掩饰了后者；他在《浮士德》里取了一些基督教圣经中的角色和言谈，但这部诗剧的主题思想却是非基督教的，所歌颂的求知欲和创造行动是反对基督教教义的，许多译者和注释者常常把该剧的宗教面具误认为作者的思想，发生根本性的曲解。研究歌德的哲学观点会遇到类似的困难，在谈自然观时，他常用柏拉图的术语，在谈认识论时，他常用康德的术语，但所表达的观点却跟这两人恰恰相反，这是研究者往往料想不到的。

一方面由于歌德的天性不喜欢纯思辨的抽象，另一方面也由于歌德认为完整的世界是不可能单纯用抽象概念来说明的，所以他没有写过哲学专著。在他留下的大量格言、警句中，哲学词汇总是跟形象性的喻词杂拌在一起的，加之那些哲学名词所表达的是他自己独特的想法，并不合乎传统的定义，这就使那些研究哲学史的行家觉得他简直是哲学的门外汉，不承认他在哲学史上有什么地位。实际上，由于歌德所向往的是全面发展的完美的人格，他的思想对于克服欧洲传统哲学观点的片面性恰是一剂良

药。今天，当我们需要培养一代代突破分工局限性、克服专业片面性的全面发展的共产主义新人时，歌德的哲学思想对于建立新时代的教育哲学提供了不可多得的启发。

歌德的自然科学论著，从表面上看来是完全过时了，而且他的立论前后自相矛盾，不能自圆其说，看来是没有科学价值的。但是在科学研究中值得后人学习的正是歌德的这种探究方法：乐于从相反的角度来考察同一个对象，不忌讳对立的意见，力求通过不同的途径进行探索以达到尽可能全面完整的认识。牛顿和惠更斯关于光的本性的相反看法，不是在二十世纪的“波粒二象性”概念中各得其所了吗？让争论的双方都畅所欲言，对于防止思想僵化和学术停滞是多么有效，这种明智的开放性也就是行动中的辩证法，态度何其温和而效果何等革命。在我们纵览科学史上的得失，远瞻科学发展的前景时，歌德的这些论著在方法论上的启示是常有新意的。

歌德的自然观有如下五个特点：

一、现象世界和理式世界的存在是不可分离地统一的。

我用“理式”这个词来代替“理念”、“观念”这些译法，是出于以下的考虑。柏拉图哲学中讨论的“理念”，指的是事物的共相。共相本是许多具体事物所共有的形式，但柏拉图认为共相是超越事物之上、脱离现实之外而独立存在的另一世界。就其肯定了它的存在这意义来讲，它是客观的，它的存在不依赖于人的意念，译作“理念”、“观念”本来就不贴合柏拉图的这概念的原意，本当译作“理式”；但由于柏拉图认为，对这另一世界的知识是人天生具备的，只是记不起来罢了，要恢复这种知识不能靠视、听、触、嗅等感官对外界的感知，只能靠人心回忆，这样一来，“理式”作为对于共相的意识就离不开人的意念了，译作“理念”也就勉强过得去。但若把歌德所讨论的理式译成“理念”

或“观念”，就会造成根本性的误解，因为歌德所讨论的理式世界，跟现象世界一样，都是认识所面对的客观对象，并不来自人的意念，“念”字离歌德的本意出岔太远了。

校正译名以后，就应当进一步指出，歌德跟柏拉图相反的地方，不仅在于他反对柏拉图的先验论，而认为对理式世界的认识不可能从主观回忆中得到，必须通过对客观对象的观察（这是问题的认识论方面），还在于，歌德坚持认为，事实上，理式世界是和现象世界不可分割地联系在一起的；虽然他有时也把现象世界称为“真实世界”，跟理式世界并列，使理式世界显得并不真实，但这又是言不由衷地搬用别人的现成词语，按他自己的看法，两者是不可分离地统一的，人为地分成两个世界是搞错了的，准确地说应当是，世界有理式的一面，也有现象的一面。用我们今天习惯的话来说，就是“共相寓于殊相之中”。歌德在使用柏拉图的“理式”（Idee）、“理式的（ideell）这些词讨论问题时，断然改变了柏拉图对它的定义，把柏拉图所虚构的超自然的、超经验的、天国化的理式世界打落归还自然的、经验的、尘世的老家。

但歌德并不因此就同意那种否认理式客观存在的经验主义观点，他坚持认为，在世界的繁多现象中，存在着相互联系的规律，共同的统一的本质，这就是客观存在的理式，正因为理式世界客观存在（这是本体论方面的观点），认识的任务就不能停留在记录事实、罗列现象上，而应当探寻规律、深入本质（这是认识论方面的观点）。他之所以锲而不舍地讨论“原植物”、“原动物”，正由于他坚持认为这种理式是客观存在的。他设想，一种“象征性的植物”会把植物的本质表现出来，这种象征性的植物形象“必定是有的，否则，如果各种植物不是全都按照一个式样构式的，我根据什么能认得出来，这种或那种形态的东西是一株植物呢？”（参看《歌德自然科学文集》卷一，第 108 - 113 页）

在观察了众多的植物形态之后，歌德要求找到它们之间的共同点，想象出一个统一的可塑理式（这是他的认识要求），他并不认为这是什么异想，因为他深信那是客观存在的（这是他的自然观）。

这里也就包含了他跟康德主义的分歧点，康德认为理性认识是人运用主观的理性范畴施作用于感性材料的结果，不是客观世界所给予的，歌德则认为理性认识正是人从世界的理式方面这客观存在的对象所获得的知识。（如何获得，是认识论问题，下详。）

二、自然界内部充满着创造的、驱动的活力。

歌德不把自然界的物质存在看作死的，不同意把自然界的变化发展归结为机械运动，他对机械唯物主义的自然观是很不满意的，用原子的位移聚散（那也是机械运动）来解释世界多样性也同样使他感到不合适。他设想在自然界内部存在着那么一种具有创造功能的驱动力。在青年时代，他觉得斯宾诺莎的泛神论对自己有一种“恬静的影响”（ruhige Wirkung），跟柏拉图的脱离自然界的僵化理式迥然不同，斯宾诺莎所设想的那种跟自然界完全合一的活力、创造精神、神性使他感到亲切。只是，当歌德仔细读了斯宾诺莎的伦理学著作以后，他才感到那里面那种几何学式的纯逻辑方法离自然界的活生生的现实运动太远了，才发觉自己比斯宾诺莎更热衷于把握自然界内在的活力。

歌德在讨论理式世界时所发表的那些不见经传的、别出心裁的、难以捉摸的解释，都源出自他按斯宾诺莎的精神改造了柏拉图的理式概念。他谈到“永远创造着的自然界”（《歌德自然科学文集》卷一，第116页），她的千姿万态是“从一个活生生的神秘整体发展出来的”（《歌德自然科学文集》卷二，第28页），这个整体就是理式世界，“理式是永恒的并且是唯一的，我们用复

数来称呼它是不妥当的”，“我们所能觉察到和谈论到的一切，都只是理式所宣告的”（《歌德自然科学文集》卷五，第379页）。这理式就是自然界本身。“自然界！我们被她包围和拥抱，不可能从她走出来，也不可能进去得更深。未受邀请又未予警告，她把我们拉进她舞蹈的圈子，带着我们驱动而去，一直到我们疲惫了，从她臂膀里失落……自然界不断地思考过，感觉过，但不是像一个人那样，而是作为自然界……她既没有语言也没有讲话，但是她创造了舌头和心脏，通过这些，她感觉，她说话……”（《歌德自然科学文集》卷二，第5页）。在他看来，无机界、生物界和人类都属于自然整体，是同一整体的不同部分。

爱因斯坦也认为自己的世界观是一种自然神论，接近于斯宾诺莎的泛神论。在他们之间，我们能发现一条思想线索。这三个思想家都以自然神论的形式表达了自己不同于机械论的、贯彻发展进化原则的无神论思想。马克思对歌德的无神论思想给予很高的评价（参看《马克思恩格斯全集》德文版，第一部分，卷一下，第43至45页）。

三、两极性是自然界的一大驱动轮。

歌德认为两极性是自然界的物质存在固有的现象，任何一种质料都表现为两个对立的状态，像磁石的北极南极那样。对于两极性的哲学意义，歌德以他特有的敏感性领悟到了，这对黑格尔产生了影响，我们在黑格尔《逻辑学》的序言里读到，对立统一的观点怎样来自对于磁石两极性的哲学思考。由于黑格尔的辩证法已由马克思批判地继承，两极对立统一的观点在我们听来并不生疏。但值得注意的是，自然界固有的两极对立统一跟我们今天说惯了的“一分为二”有这样三点不同：一是，两极不分优劣，没法说我们该肯定哪个否定哪个，二是，两极是互相依存而互不分离地联结在一起的，并不由这一极来消灭或取代另一极，三

是，两极互相吸引而非互相排斥。

在歌德看来，相反两极的共存是自然界发展变化的内在动因，这个观点至今并不陈旧。今天我们知道，不仅磁性有南北两极，电性也有阴阳两极，电荷的两极相反相引普遍存在于任何原子、分子、有机体的构成方式中。尽管今天已经证明，正如只带负电荷的电子与只带正电荷的质子都可以单独存在，磁单极子也有可能单独存在，但是，自然界的发展进化却不基于一极单独存在，而基于相反两极的结合。如果观察较高层次的两极相反相引（例如动植物的雌雄，社会生产中的体力劳动和脑力劳动），我们对两极性推动发展的普遍原理将有更深刻的领悟。

四、上升是自然界的又一大驱动轮。

“上升”（Aufhöhung）这个词歌德用来表达的意思是很广泛的。当歌德说到自然界“处于永远奋进的上升中”时，他的意思可能指，就某株植物而言，从种子经过发芽，长出根茎叶，一直到开花，是一个持续不断的发育成长过程；也可能指，就植物界或动物界而言，从“原植物”或“原动物”到繁多的物种，从低等生物到高等生物的演变是一个持续不断的进化过程；又可能指，就整个自然界来讲，从无机界发展到有机的、有生命的生物界，又从生物界发展到超生物的、有道德的人类，是一个连续的历史过程。（参看《歌德自然科学文集》卷五，第293－295页，第495页。）早在达尔文用大量事实证据给予神创论以致命打击之前歌德就以他独特的“原植物”、“原动物”设想勾画了植物物种和动物物种各自从低级到高级演变进化的轮廓。歌德的“上升”概念固然也预示了后人的进化论思想，但并不局限于进化论，而是同时还包含了人类从原始到发达的历史运动的观点，因为他所谈论的“自然”并不只是人类之外的自然环境，而是包含着人类的历史和未来在内的永恒的存在。按歌德的看法，人类是

一个超生物的族类，但并不是一个超自然的族类，这是歌德批判宗教教条的独特方式。当我们在马克思的《1844 年经济学哲学手稿》中读到马克思用“人的自然”、“自然的人”这样的词来讨论人类的本质，跟神学世界观决裂时，不能不感觉到歌德的自然观、人类观对青年马克思的影响。

五、人类是自然界的顶峰。

歌德在《文克尔曼·美》中写道：“由于人类被放置在自然界的顶峰，所以他看起来又像一个完整的自然界，这自然界又再一次显示出一个顶峰。人上升到那样的高度，他以一切完善和美德贯通自己，召唤起选择、秩序、和谐和意义，终于把自己提高到艺术品的生产……”

歌德认为人类应当善于运用自己固有的认识器官和实践器官，以主宰自然界。“人作为现实的存在而被安进一个现实世界的中心，并且天赋有这样一些器官，他能够把那些现实的以及可能的东西认识到并实现出来。”因此，人类应当认识并实践，而不需要信仰。在 1786 年 5 月 5 日写给 F.H. 雅各比的信中，歌德以嘲讽的语气幽默地说：“上帝用形而上学惩罚你，使你痛苦，却用物理学祝福我。我把自己保持在无神论者（斯宾诺莎）对神的崇敬中，而把你们称之并喜爱称之为宗教的那一切都让给你们。你保持信仰，我保持观照。”

人能够在自己的实践活动内部体验到自然界的创造力。“到末了，我觉得似乎是，惟有通常的人类理智之实践的、自我矫正的运演，那是敢于在一种较高的范围里施展的。”（《歌德自然科学文集》卷五，第 595 页）

跟歌德的自然观相应，他的认识论思想在当时看来也是独特的。他既反对先验理性主义，又反对狭隘经验主义，又不同于康

德的主观客观二元论。歌德和席勒在通信中把他们的认识论观点称为“理性经验主义”（rationaler Empirismus）（见1789年初两人的书信）。这观点认为，一方面，科学的内容无非是客观的过程，但另一方面，这客观过程在科学中又是由人类的精神所发现的概念和规律编织而成的。经验和理性之间的相互作用，歌德用“摆”做比喻。“通过钟摆的摆动，时间被我们治理，通过理式与经验的交互运动，道德和科学的世界被我们治理。”（《歌德自然科学文集》卷五，第430页。）在这总貌下，可以列举如下五个特点：

（一）重视实验。

“实验是主体与客体之间的媒介。”

（二）要求运用理性的器官寻找规律。

观察者的任务是“在真实的东西中认出理式的东西，并通过提高到无限的东西来平息有限的东西时常引起的不安。”（《歌德自然科学文集》卷五，第425、426页。）“人们搜集零散的东西应当只是为了能从中选择，理出秩序，最后达到普遍性，……如果没有通过归纳，把他所夸耀的那些东西予以简化，予以总结，那末生命就消逝了，力量就消沉了。”（《歌德自然科学文集》卷四，第171页。）“规律进入现象……显现为客观的美，有价值的主体当然必须找到它，它将被这主体所把握。”（《歌德自然科学文集》卷五，第495页。）

（三）重视对问题的剖析胜过解决。

“人不是为解决世上的问题而生的，而是生来为了寻找，问题是从哪里发生的，然后使自己保持在可领悟的边缘。”（1825年10月15日同J.P.爱克尔曼的谈话）。“人们说，真理是在两种对立意见的中途。决不是这样！问题在于，要把那不可观照的，那永恒活动着的生命，在平静中加以思考。”（《歌德自然科学文集》卷五，第362页。）

（四）认识自然与认识自我相统一。

“人类只能在他认识世界所达到的程度上认识自己，他只是在自己中看到世界，只是在世界中看到自己。每一个凝神注视的对象都在我们内部开启一个新的器官。”（《歌德自然科学文集》卷二，第 32 页。）

（五）追求理性直观。

“自在自为的理论是没有用的，它须使我们相信现象之间的联系。”（《歌德自然科学文集》卷五，第 357 页。）“假设，是人们在建筑物面前造起的脚手架，一旦建筑物完工，人们就把它拆除；它们对于工人是不可缺少的，只不过他必须不把脚手架看作建筑物。”（《歌德自然科学文集》卷五，第 358 页。）“……我的思想不是从对象分离的；直观深入到对象的各要素中，被思想渗透到最深处；我的直观本身就是思想，我的思想就是一种直观。”（《歌德自然科学文集》卷二，第 31 页。）

歌德的文论，可否认定为具有哲理深度的思想宝库来钻研？哲学史家未必会同意，因为在德国古典哲学代表人物从康德到黑格尔的名单里没有歌德的地位。那些代表人物都有哲学专著，都构筑了各自的理论体系，歌德却不然。但假如能换一个视角来评估，掂量一下哲学观念的生机活力，却会发现，在德国古典哲学代表人物旁边，有一串哲学新观念的涌泉，从思想精英群体的言谈论著里不时冒出，似隐而显，似断而连。这新观念的特征是，为人类历史的前进运动所激励，确信历史是由与自然界融为一体的人类臻美激情创造活动所推动，而无关乎虚构的超自然神力；每一个个人都有可能以自己的臻美激情创造体现人类历史前进的方向，这创造体现，既能为扭转历史倒退的逆流辨明动向，也就能给历史乐观主义提供实践的依据。这新观念的代表者，让我们回顾一下：斯宾诺莎——歌德——席勒——海涅——马克思——

恩格斯——施泰纳——卢卡契……在这串涌泉底下，或许存在一条思想潜流，尽管不为人知，却是有源头的活水。欧洲的现代主义和后现代思潮故意把它遗忘。钻探这思想潜流的重任，或许正落在你我肩上。当我们通过系统化的纵深钻研摸清这条潜流的来龙去脉时，可能将发现，欧洲近代思想史有必要补写这浓重的一笔。

1983年2月完稿

黄河×草原：心底的情结

在我将满25岁的那个夏季，命运让草原和黄河先后闯进我的生活。从历史课本里想象到的，在电影屏幕上呈现过的，一下子化成了实实在在的历史洪流，一齐涌入我的心底，两者竟融成了一幅景象。从那时以来，他们没有离开过我。他们的呼唤，他们的叩问，引导着我对人生的探索。

那年春季，我有缘跟舞蹈家贾作光相约，准备创作一部蒙古族题材的舞剧。按贾作光的事先安排，我们在呼和浩特会面，同赴锡林浩特。在朱日和下火车，转乘一辆“人货混载”的大卡车，就进了草原。那是我第一次领略草原的辽阔。前面的山梁看着好像不远，车越驶近，反倒越觉得它远了。草原上没有路，车辙重复得多了，就成了一条路。有时，为了免于陷进泡烂了的沙道，车要朝着没有路的草地开过去。这些体验，在我都是第一次。它们默默地向我诉说：草原的主人并不在乎有路没路，路近路远，投向无垠的辽阔，就是生命的酣畅。在锡林浩特，那次没能深入，只听了些介绍，看了些舞蹈，听到了长调演唱和马头琴、四胡、笛子演奏，认识了当地的几名艺术家，就匆匆离开了，经原路回到呼和浩特。

一踏进内蒙歌舞团的大院，就听说大队人马刚出发，往西去参加巴音浩特的庆典和那达慕大会。贾作光急于回北京赶排他的编导毕业作品。我就决定独自一个追赶内蒙歌舞团的演出队。那

时，往西的火车只通到包头，再往西只能乘汽车，还是那种“人货混载”的大卡车。白天乘车赶路，晚上投店住宿，第一夜停在五原。我第一次体验了北方小城的车马店，几十人住一间大屋，满屋都是草料味儿，睡的都是自备的铺盖卷儿。可以想象，当初走西口的哥哥们奔波塞外，住的也是这样的店。那夜，我睡得太熟太香了，一觉醒来天已大亮，大屋子里已经没有第二个人，全去了汽车站，我的行里袋竟安然躺在案子上。那个时期那一带，治安情况的良好给我留下了难忘的印象。一路上，不相识的人挤在敞口大卡车里，左颠右簸，前推后搡，从未听到吵架。

第二天，来到磴口渡口。那就是现今三盛公枢纽工程所在地，那时，既无铁道铁桥，亦无分流大坝。车一停下，我的心情是，多久一直想见的黄河，这回总算见到了。命运赐我的机缘，多年以后我才懂得，那是独一无二不可再得的。候渡时，我望着船工们在湍急的涌流里扳桨呼号，看着脚下岩石上的一团团陷坑。听人说，这是杨六郎的脚印。这些景象，今天再也见不到了。六十年代以后，大坝拦断了急流，取代了摆渡。那些布满“杨六郎脚印”的岩石，哪些成了铁路桥基，哪些成了枢纽坝基，谁会记录它们的身世？杨六郎究竟到没到过这里，传说未必可信。但这里的确曾是古代的边塞和战场，以这身份经历了许多世代，这事实给当地老百姓留下了磨不灭的记忆。许多民族的武力冲突和文化融合曾在这黄河上游的激流两岸铺演，给今天的后套留下了什么样的遗存呢？这问题一直在我心底里盘旋。

渡到黄河南岸，大家就匆匆上车赶路了。多少年以后我才认识了记忆中的这段路途，那是杭锦旗的库布齐沙漠地带。路经一处独立拔起的高山，同车的乘客说：“这是百眼窑，杨六郎驻兵的地方。”又是杨六郎！无论是他还是别的将领带兵驻过，这“百眼窑”真够得上一处珍贵的古迹。什么时候我也能亲自钻进一眼眼窑洞，品尝一下边将的心理重负？天暗下来，下起了大

雨，司机带领大家匆匆投宿了。第二天继续南行，在上游又跨了一回黄河，到西岸（现在我可以判断，那是在乌海），又南行一段，就到了银川。

在全然人生地不熟的银川老城，我毫无困难就找到了内蒙歌舞团下榻的招待所。“你自己来的吗?”歌舞团的艺术家们惊讶地问。那时我还不大懂北方方言里的“自己”含有“独自一人”的意思，一边回答：“是啊!”一边暗自纳闷：“站在你面前的，又不是我的代表，我的替身，我的影子，还用得着问吗?”当我明白过来他们所惊缘何的时候，我才意识到，我来到此地，一无向导，二无旅伴，三无商量，四无约定。是谁把我引来了？是草原的博大，是黄河的激荡。就像一路上的那些沙丘，我在期待河水的浸润，我在期待野草的覆盖。

在银川的那几天，每晚欣赏蒙古族歌舞器乐演出。那是浓缩在舞台上的草原风光。接着，就随团一起越过贺兰山，来到阿拉善旗的巴音浩特。那年，阿拉善、额济纳两旗刚划归内蒙古自治区，举行盛大庆典。我住进了那达慕大会会场的蒙古包，又第一次看到了摔跤、赛马、骑着马的射箭砍桩比赛。最难忘的是彻夜不停的歌声。在我们住的蒙古包里，请了几位牧民来唱，我记谱，歌舞团的词作家记歌词，工作到深夜，大家就休息了，这时，周围的蒙古包里还在唱着。五更醒来，远处仍传来悠扬的歌声，在晴朗的星空下回荡，回荡。我初次领会到，蒙古族的普通牧民热爱音乐到了什么样的深度，我这个音乐专业毕业生自愧不如。古代的汉族老百姓对音乐的热爱，也许可以跟这场景媲美吧？但是几千年后的今天，在汉族地区已经见不到了。还能复苏吗？

将近一周，演出队告别阿拉善草原，告别贺兰山，往回返。在银川歇脚时，我跟歌舞团领导商量，可否让我一人坐黄河上的船回去。他们虽然惊讶，却不阻拦，就开了介绍信让我去找银川

地委。银川地委给横城码头管理处写了介绍信，用汽车送我到横城。那年月，银川到包头虽然通航，却并无载客的船，只有从吴忠一带运米下去的木船。银川地委答应把我介绍给横城码头，是出于满足我“体验生活”要求的照顾。到了横城，就住下来，守河等船。眼面前这段河道，河床比较窄深，直直的，没有淤积的洲地和滩地，河水流速较快，从南来，向北去。堪称理想状态。第三天，从吴忠下来了船队。码头管理处的长官把我托付给一位名叫马寿福的老艄公，船上有6名回族船工。我就投入了他们的照料，开始了日航夜宿的水手生活。我当时还不懂得，这样的机遇，永远也不可能重现了。

在宁夏境内这段，船工几乎无事可做，只有一人负责煮那一顿顿喷香的小米饭，行船全靠艄公掌舵。船经一段岩石河床的峡谷，气氛极为严肃紧张。艄公告诉我，前些日子有一条船撞在岩石上，翻了，沉底了。两岸山头上设置了一些航标，还有领航员在远处喊话。大家坐稳，谁也不走动，谁也不说话，绷紧心弦，一片寂静。我体验到了“生命系于技术”的边缘境况。虽然共计不过半小时，它却成了我一生永久的记忆，不停地教导我以高度责任感对待技术细节。

船队在石嘴山歇息了几小时。出了宁夏，就进入了沙地，换句话说，就奔向草原了。地势越平坦，河床就越宽，航道就左拐右摆得越厉害，船工们就越忙碌了。艄公看着浪的颜色，就能判断前面哪里水深哪里水浅。尽管朝着水深处驶去，也不能保证固守在航道以内，涌流会把船推向一侧，船工们就要扳棹，抵抗这推力，扳回航道。假如扳不回来，船就搁在沙洲上了。船一搁浅，就费事费时了，船工们只得脱下衣裤跳进河床，肩并肩，用背部扛起船底，把船掀起来，顶出去。每逢这样的场合，领头的船工都要吆号子：“哎—哟—弟兄们！……”号子的音调，通常以商音上的长音开始，上下流转之后，在宫音上站住。我明确地

感到，当音调下行时，宫音总是偏高一些，从中，我获得了“四分之三音”这音程概念。这音程使号子音调富于推动力和感召力。这难忘的印象，就是我60年代初起草而发表于80年代初的那篇论文《关于3/4音的律学假设》立论的最早感性依据。论文没有透露，这理论构思的萌芽植根于黄河船工号子。

在穿越草原的航程中，最为频频听到的，是坍岸的声响。每隔几十分钟，就能听到远处传来一阵哗啦啦的巨响，那是沙质的河岸经不住激浪的冲刷，整片塌倒，扑入了河床。亲耳听着这阵阵巨响，我开始理解，这是黄河的心病；也开始叩问，怎么样治理这痼疾呢？这叩问，在我心底持续了几十年。（当我90年代考察临河南郊的黄河河道时，见到足前的主槽竟像一条小沟，却还在向北蚕食，南岸长起了一望无际的“嫩滩”。四十年前开始的心底叩问，更急了，更猛了。）

偶然有一回，船在下午时分停靠南岸，我乘机登岸，往南一直走去。见不到牛羊，见不到窝棚，见不到人迹，只见一蓬蓬荒草，一道道沙梁。荒凉的景象，令我生悲。“这里不能种树吗？”我问自己。联想起那坍岸的巨响，我明白过来了：今年种上树，说不定明年就让河水卷走了，谁愿意白费这劲儿？挨近黄河，本来水源充足，引水便利；可是正因为挨近黄河，谁也不敢种植，只能抛荒。而黄河吞食荒原，对自身也无益有害。以农林牧为一方，以黄河河道为另一方，在此竟处于互相戕害的敌对关系。这状态令我心痛如煎，急求挣脱。对这状态的记忆，年年月月激发我的责任心：我生而不能调解这敌对，不能创设使双方互利互惠的新型关系，岂非愧为黄帝子孙？这自责把我时时推入治河的梦幻……

21天的航程，就在这样的心情中结束了。到了包头，向马寿福和船工们致谢道别，我扛起行李卷从码头走到车站，一个多小时就回到了呼和浩特。一踏进内蒙歌舞团的大院，迎面就有人

问："你到哪儿去啦？你们学院打电报来催你回去呢！你怎么到现在才回来呀？"我赶紧买火车票，回天津。我生命中这段不可重复的珍贵经历，就这样戛然而止了，这经历留下的巨大情结就这样无声地沉入了心底，久久找不到倾吐的机会。哪儿还有时间来说这些？当我九月底赶回学院时，就得到通知，10月10日前后要乘飞机去东德入柏林音乐高等学校，立即忙着办理出国手续……蘸满浓情的这厚厚一页，竟匆匆翻过去了。哦，不，在心底里，久久翻不过去。

1977年秋，那已是21年之后，我有缘参加内蒙古自治区成立30周年庆典的大型歌舞创作活动。其间，有幸在著名作家玛拉沁夫的向导下拜访了青冢——昭君墓和汉代古城盛乐遗址。从那时以来的又一个21年间，我有机会读到许多讲述草原文明和黄河文明的书籍，细察两者貌似敌对而实不可分的结缘史，试图解开我心底这紧扭的情结。

最动人心弦的，当然是昭君出塞的事迹和河套地区老百姓对她有口皆碑的赞颂崇敬。老百姓间，谁也不会诉说，当年匈奴怎样南侵，霍去病怎样驱赶，却独独钟情于草原文明跟农耕文明结亲的榜样。这象征着，人民要求把两种文明的冲突互戕埋入历史，而高扬两者的结亲交融。

另一令人注目的文化史实是《敕勒歌》。敕勒（高车）本是在贝加尔湖一带放牧的民族，北魏统治集团征服他们之后，鉴于他们高超的牧业技艺，就把他们迁徙到阴山之南黄河之滨，在这里开发牧业。今天的准格尔旗、土默特左右旗、托克托县一带，当初是水草丰美的牧场，这里的黄河支流因此被称为敕勒川。《敕勒歌》所赞美的，正是跟黄河融成一景的富饶牧场。耐人寻味的是，敕勒牧业文化的诗歌旋律奇葩，恰恰是在这牧业跟黄河之滨的草原景象结成一体之后，嫣然盛开了，载入了史册，传给了后世。假设敕勒部众没有迁到黄河之滨呢？我们还能知道这脍

炙人口的《敕勒歌》吗？

换一个角度来问：北魏开国元勋为什么恰恰选中了阴山之南黄河之滨，让敕勒部众来开发？到长安去向汉王室求婚的，为什么恰恰是驻牧在黄河之滨的南匈奴单于？历史事实背后存在一个地理前提：黄河穿越了广袤的草原。黄河奔向草原，是天意。当黄河在贺兰山和六盘山之间东流时，六盘山麓的隆起，把河道渐渐推向偏北，直到遇上牛首山在东边挡住，河道就急转北行了。鄂尔多斯高原西边以“桌子山”为代表的、南北走向的高岭，把河道往北一直送到乌兰布和——现在它是沙漠，古代这里是草原。接着，河道就沿鄂尔多斯高原北缘折向东北，折向东南，在这一带展现了黄河与草原相伴为侣的壮丽景观。有这样的历史舞台，才会有赵武侯建云中古城，才会有呼韩邪迎昭君，才会有阴山下的敕勒牧歌，才会有隋炀帝在此举行民族团结大会……

黄河流到十二连城东北，河水充溢时随时会冲上东岸，这里就称为“河溯之地”。恰巧鄂尔多斯高原到此就不再向东延伸了，在高原东北缘之外出现了开阔的平谷（推测在新石器时代这里有一个巨大的湖泊），在平谷的东边立着一排山头（当地称为“头道敖包”、“二道敖包”、“三道敖包”），再向南就是连绵不断的群山了，黄河就在这里拐弯向南，进了峡谷。南边有漫长的晋陕峡谷在迎接它，有壶口、龙门在等待它，出了龙门就是以夏禹的名字命名的峡谷口，就到了司马迁的故乡。晋陕峡谷两侧的沟沟壑壑里，以“大分散小集中”的态势聚居着历代从草原上迁来的无数民族群落，有大量匈奴族、鲜卑族、突厥族……的后裔融入华夏。

这就是使农耕文化跟草原文化结下不解之缘的大河套。从地理看，大河套是一个奇特的天工杰作：从吴忠银川转向北，出石嘴山奔向草原，恰似一条缎带横贯，给草原梳妆，然后穿越峡谷直奔潼关，把众多的山川城乡人物全都留在套里。从历史看，大

河套是一座宏伟的民族熔炉：在匈奴入套之前，套内套外就生息着许多游牧部落，周王朝治下的秦韩赵魏“诸夏”本来就在这里（黄帝陵就在套内），匈奴从北来，鲜卑从东北来，敕勒从贝加尔迁来，西迁的突厥还有不少部众留居此地，党项羌从西来，之后有蒙古族的许多部众进驻套北、套东、套内、套西（带来了成吉思汗的灵位宫帐，永驻套内），又有波斯——伊朗——阿拉伯商队的成员及其后裔在套西落户，还有满族的各阶级阶层居民在套东北安家……

一部中国古代史记载了农耕文明族群与游牧文明族群之间数不清的对峙征战，但是在这些表面现象背后，实际上存在着双方相互吸收补足的顽强动势。赵武灵王的“胡服骑射”改革，现象上是出于抗击林胡，实质上是以农耕为经济支柱的族群对牧业生产方式的主动吸取。这一主动性典范对后世的影响是深远的。哪一个中原王朝不要为自己修建一张这种军事生产方式的保护伞？草原文明族群对农耕生产方式的主动学习，则在爆发掠夺事件的现象背后，从未停止其潜在的恳切热流。除了人所共知的北魏孝文帝、辽朝廷、元朝廷所推进的大规模文化行动，还可以举出阿拉坦汗（俺答）；他强烈要求跟明王朝统治下的中原地区建立正常的贸易关系，在明朝廷长期顽固拒绝的情况下，他发动了军事变乱，迫使明朝廷改变封锁政策。从此才有正规繁盛的榆林马市，才有络绎不绝的“走西口”持续几百年。

时至今日，我们必须善于透过历史表层的战乱，看到农耕文明和游牧文明经历了千年以上的生产方式融合，必须懂得确认牧业经济和草原文化是中华文明传统的有机组成部分。固然，应当清醒地意识到，在中华文明传统里，商业和手工业过于幼弱，使农耕和林牧生产都缺乏活力和装备。但这是由于政治上层建筑和意识形态的重压阻抑了它们的自然成长，而并非农牧互补生产方式的必然后果，切不可把农牧生产方式当成替罪羊来宰割。当

前，中华文明正在经历新的开放兼容，工业的、海洋的、信息的、太空的等生产方式将要成为自己新的有机组成部分。但是，一切高科技成果都要向基础回流，我们必须开通生物工程、环境工程、教育工程等回流更新渠道。站在新世纪的门槛上，我们应当及时克服以工业压倒一切的片面目标，及时树立全面的生态意识，坚定地确认，农耕、畜牧、湖河海林保护仍然是我们赖以生存的立足点，当我们掌握生产力前沿的工业尖兵时，决不可背弃叛离这个立足点，而应当自觉地用高科技成果来加固充实这个立足点。对待农耕林牧文明所创造的文化艺术百代珍品，更当警惕可能的背离失落。

21 年来，我从历史和地理的研读中获得了这样的总体认识：农耕林牧互补，黄河草原互补，是中华文明亘古至今的固有风貌。尽管那次黄河航程留下的心底煎熬——掏岸：农林牧与黄河河道互戕——至今没能解脱，然而毕竟由于总体互补性认识的确立，我开始相信，并且愈益坚信，排解这互戕是可能的。

从煎熬深处升起的治河梦幻，由朦胧渐趋清晰：从三盛公枢纽到包头黄河大桥，要设置双主槽河道结构；由上游那端的闸门控制水流，左槽右槽轮流交替，几个月截流挖深，几个月放水冲刷。有此主旨为前提，进一步可以达到：河道顺直，堤岸坚固，四岸绿化，凌汛杜绝。双主槽之间，在林带掩映之下，有高速公路循堤穿行。以这双主槽河段为根据地，可指望黄河两岸的开阔平原重建森林草场；向四面八方辐射，在高原和沙漠上重新覆盖原始森林。

在“河溯之地”托克托县，随着支流水系的整理，黄河沿岸也要“堤槽分明”：岸上有永久性的钢筋水泥堤壳牵固，槽内有永久性的疏浚挖深动态运作。有这，从上游双主槽里挖起的大量泥沙可经由漕运供应此地，填高坝内滩地，埋葬盐碱。基于此，岸滩遍布森林，适当退耕还牧，开辟文化旅游，都有可能实现。

从禹门口到三门峡这段黄河河道，能否摆脱困境？自从三门峡建坝以来，库区和小北干流灾情一年重过一年，因为河床正以每十年升五米的速度抬高起来。只有双主槽河道结构的动态治理方式能从根解救危局。天有启示：在禹门口，河道中央立着一座巨岩，把主槽劈成两股。双主槽之间的“脊梁长堤”正可以从这里开始，向南延伸百余公里；这巨岩也正可以当两道多孔闸门共倚的天然坝基。闸门以南，“脊梁长堤”两侧，那两条宽几公里长几十公里的开阔地带，将可成为轮流挖深的永久性工地。伸到三门峡库区，可把库底分片轮流挖深。

梦幻引我筹组设计产业。当这梦幻化为现实时，心底那痛苦紧扭的情结将化为陶醉舒展的情葩。身倚这再造自然，我将无愧于祖先，献范于子孙，我将告诉世界，这是我精神的家园。

此文首刊于内蒙古艺术学院学报
《草原艺坛》1998年第2期

关于审美文化的跨文化交融

自东汉至唐初约六百年间，以黄河河套为交汇中心，经历了大规模的跨文化交融。异质文化的生产方式根由有：大河灌耕，草原游牧，戈壁绿洲农业。其意识形态代表为：中原儒法道三家相争互补，漠北萨满信仰，西域佛教。卷入跨文化交流的古代民族数目多达几十。推进跨文化交流的事件类型有：战争、通婚、通商、传教、习俗传播。交流波及的文化领域主要有：宗教、哲学、军事、舞蹈、音乐、诗歌、壁画、石刻、饮食、医药。交融的总成果是盛唐的文化、文学、艺术全面繁荣，诸多石窟艺术与大宗典籍、诗文、曲目、乐谱、乐器传世。异质文化杂交所种下的审美文化新质具有旺盛的生命力，通过信息脉传不断延伸，在中国文化史上放射异彩超越千年。

当代中国文化正处于在全球范围国际性跨文化交流的大环境中，通过异质文化杂交重新获得生存发展优势的前夜。异质文化的生产方式根由，应计入的还有：各种原始与古老生产方式，海洋作业的生产方式，工业化早期的生产方式，工业成熟期生产方式，后工业生产方式，以生物工程为主导的高科技生产方式。其意识形态代表，应计入的还有：东方哲学文化思潮诸流派，欧美哲学文化思潮诸流派，西亚北非哲学文化思潮诸流派，还不应忘记，对马克思主义有诸多不同的理解。全世界一切民族都将卷入当代至未来的跨文化交流。但全人类推进跨文化交融的事件类型

应自觉作出正确选择，力求实现：（一）排除殖民主义、法西斯主义与种族歧视对正常交流的破坏。（二）各民族相互尊重不被曲解为文化价值相对主义与价值标准虚无主义。（三）无论生产还是文化活动都不危害地球生态，不造成对自我与他人的戕害。（四）杜绝用扼杀审美价值的、冒用民族文化名义的赝品为商业广告服务。（五）充分发挥旅游、出版、广播等文化对促进相互尊重基础上文化交流的巨大作用。（六）系统化的跨文化交流进程在各民族的教育制度与课程设置中占适当地位。（七）最了解本民族文化精华的艺术家、作家、思想家尽责任呼吁保护原产地的文化生态，并以健康高尚的审美趣味予以加工，向全世界介绍推荐。（八）建立科学的美学理论，寻找能正确评论文化产品审美内涵的审美评价体系。（九）对各民族文化进行比较研究，客观全面地评价其审美内涵，并向全世界宣告论证此种评价。

此文首刊于内蒙古艺术学院学报
《草原艺坛》1995年第2期

教育学领域

论美育的功能[①]

美育远远不仅是艺术教育，它有更重要的基础部分，关系到引导受教育者主动建立美的形式。建立美的形式的教育活动，是人类“按照美的规律来塑造物体”的宏伟历史在教育领域中的缩影，我称之为立美教育。正如人类必须按照美的规律才能成功地进行生产，要成功地进行教育也必须遵循美的规律，受教育者要得到全面均衡的发展也离不开美的形式。无论智育、德育、体育中的哪个方面，教育过程中所建立的形式，都会碰到一个美不美的问题，这问题也就是，这形式能不能把认识规律（真）与造福社会（善）统一起来，和谐地结为一体。没有立美的活动，智育、德育、体育都不能收到应有的成效。由于这个缘故，立美教育是各育的良好形式中必不可少的组成因素。在各育交融以培育完美人格的活动中（例如，综合技术教育或生产劳动教育中，委托性社会工作中，课外小组活动或集体游艺活动中），立美教育就处于协调各方的地位。

审美是对于美的形式的愉悦感受，或对于丑的形式的抵制应答。建立美的形式（立美）是实践过程，认识美之所在（审美）则是认识过程，后者不等于前者。一方面，感官的主观性活动的发展水平总是只能随着实践的客观性活动的发展而提高，另一方

① 作者是中国社会科学院哲学研究所兼任副研究员，中央音乐学院副教授。

面，建立美的形式总要付出辛劳，无论在物质生产中还是在受教育过程中都是这样，立美的辛劳常常阻抑审美的愉快。要让感官在美的形式面前油然愉悦，遇到丑的形式要求变革，还必须发展感官的审美能力。发展审美能力除了亲身参与立美实践这种条件，还需要观照（鉴赏）活动；通过艺术手段进行观照活动以着重发展感官的审美能力，是审美教育的任务。

美与审美

人们常把美学理解为艺术学，其实，从教育学的角度来讨论美的本质，可以比从艺术论的角度来讨论能更深刻阐明问题。因为，美的本质离不开人的本质，美的存在离不开人类实践，美的历史发展离不开人类文明（以物质生产为根基）的历史发展，而受教育者（婴儿、儿童、少年、青年）成长的过程是人类文明发展过程的缩影，正如胚胎发育史是动物进化史的缩影。由于教育学所面对的是完整的人的实践方式，不像艺术学那样仅仅面对意识形态，就自然促使教育研究者观察到美的形式如何依存于人的实践，美从无到有、从低级到高级的发展历程如何与实践主体的成长历程有关。历史学、社会学、政治学等，是从宏观的角度来研究人类；教育学、心理学、符号学等，则可说是从微观的角度来研究人类。以微观方式的研究来补足宏观方式研究，是科学现代化发展的总趋势之一：经典力学属于宏观物理学，量子力学则将它深化而转变到微观物理学；动物分类学、植物分类学、进化论属于宏观生物学，生物化学、分子生物学、遗传信息论则将它们深化而转变到微观生物学。人类学也正处于这样的历史时刻：经典的历史唯物主义所讨论的历史学、社会学、政治学课题，属于宏观人类学，教育学、心理学、工艺学、符号学的研究正在将它们深化而转变到微观人类学。教育学，作为微观人类学的一个

分支（组成部门），不可避免要从人类实践发育成长的角度来探讨美的本质。

从实践的观点而不是静观的观点，从生产的观点而不是消费的观点，来认识美的本质、美的存在、美的历史演变，是马克思主义美学观点的首要特点。马克思《1844年经济学——哲学手稿》中的下述论断，是马克思主义美学的奠基石："……动物只是在直接的肉体需要的支配下生产，而人则甚至摆脱肉体的需要进行生产，并且只有在他摆脱了这种需要时才真正地进行生产……动物的产品直接同它的肉体相联系，而人则自由地与自己的产品相对立。动物只是按照它所属的那个物种的尺度和需要来进行塑造，而人则懂得按照任何物种的尺度来进行生产，并且随时随地都能用内在固有的尺度来衡量对象；所以，人也按照美的规律来塑造物体。"①

在讨论对这段话的理解时，要澄清的第一个问题是，关于实践观点的具体化。物质生产是人类最基本的实践，谈论人类物质生产的超生物性质，也就是谈论人类实践的根本性质；人类生产区别于动物之处并不在于以自己的身体作为自然力作用于对象，因为动物也以它自己的身体作为自然力而客观地、物质性地作用于对象，超生物性在于人类使用工具。"……人的万能正是表现在他把整个自然界——首先就它是人的直接的生活资料而言，其次就它是人的生命活动的材料、对象和工具而言——变成人的无机的身体。"② "如果不说现成生活资料（例如果实）的采取（在这场合，人自己的身体器官是唯一的劳动手段），劳动者首先直接占领的东西，并不是劳动对象，而是劳动手段。因此，自然物

① 马克思：《1844年经济学－哲学手稿》，人民出版社1979年6月第1版，第50、51页。

② 同上书，第49页。

自身也就成了人的活动器官。人把它合并到他自己的身体器官中去……延长了他的自然的肢体。”[①] 生产手段是人类的超生物肢体。使用工具的活动，经历史演进而展示出来，表现为使用、制造、创设、更新生产手段的无限历程。离开了这根本特点来宣传实践的能动性，只可能把实践哲学生物学化而歪曲为唯意志论。马克思主义的实践哲学区别于一切生机论、意志论哲学的根本分界线在于，马克思所理解的人类实践从来不脱离生产手段的使用和创造。“劳动手段的使用和创造，虽然在萌芽形式上已经为某几种动物所固有，但它特别是人类劳动过程的特征，所以，佛兰克林就把人当作‘制造工具的动物’来定义。要认识已经灭亡的动物物种的身体组织，研究遗骨的构造是重要的；要判别已经灭亡的经济社会形态，研究劳动手段的遗物，有相同的重要性。划分经济时期的事情，不是生产了什么，而是怎样生产，用什么劳动手段生产。劳动手段不仅是人类劳动力发展的分度尺，并且也是劳动所在的社会关系的指示器。”[②] 社会性当然是人类的本质属性，但对社会性的理解一旦离开了生产手段的使用和创造以及对这领域中实践经验的传递交流保存积累，也就无从跟蚂蚁、蜜蜂的“社会性”划清界限了。马克思所理解的人的社会性和社会关系，也是从来不脱离使用和创造生产手段的活动这一物质基础的。“达尔文使我们关心于自然工艺学的历史，那就是，关心于动植物的器官作为动植物生活的生产工具怎样形成的问题。社会人的生产器官——每一个社会组织的物质基础——的形成史，不是同样值得注意么？……工艺学会把人对自然的能动关系，人类生活的直接生产过程暴露出来，因此也会把人类社会生活关系及

① 马克思：《资本论》第1卷第173页。

② 马克思：《资本论》第1卷第174页。

从此生出的思想观念的直接生产过程暴露出来。"[1] 抛开了对于生产手段的使用、制造、创设、更新这一根本物质基础，当作检验真理的标准来用的"社会实践"就流落为可供实用主义者随心玩弄的空洞言词。

第二个问题涉及对中介结构的全面把握。工具和人使用工具的活动，是作为统一的结构中两个对立的要素而结合共存的，无论是脱离工具来谈人的实践，还是脱离人的能动活动来谈工具，都不能把握住人类学的真理。"机器不在劳动过程中发生作用，就是无用的。……活的劳动必须抓住这些东西，把它们从死梦中唤醒过来，从仅只可能的使用价值变为现实的发生作用的使用价值。这些东西，浴于劳动的火中，当作劳动的器官被人占有，在过程中火热地担任某种和它们的概念和职分适应的功能……"[2] 社会发展史中谈到的生产工具进化史，若抛开活生生的劳动者使用和制作它们的活动，当然会成为不可解释的过程。正如生物学家在考察化石时，不会忘记这些遗骸是活生生的生物所留下的，只是这些活机体的一小部分；考古学家在研究劳动手段的遗物时，同样不能忘记这是活生生的人类实践肢体的一小部分。历史唯物主义所谈论的人类社会生活的物质基础，不应当被误解为离开人类能动性实践方式的生产手段。所使用的手段与使用者的活动相互制约，相互塑造，建立起一种不断进化的动态结构，这结构在人类的目的性活动中处于中介的地位，所以称为"中介结构"。要正确理解这中介结构，必须同时把握两方面：能动方面是使用者的活动，外化方面是所使用的手段。在人类生产方式的历史发展中，中介结构表现出一种双向进展的发育：从外化方面看，是生产资料的材料、能量与结构水平的不断提高，从能动方

① 马克思：《资本论》第1卷，第395、396页。

② 同上书，第177、178页。

面看，是人类大脑皮层中同使用工具的肢体（手占有特殊地位）活动相应的、运动中枢与感觉中枢相配合的反馈性神经联系系统的结构及其心理活动功能的水平的不断提高。这双向进展同时发育的两方面结构是相应相称的。“……工业的历史和工业的已经产生的对象性的存在，是人的本质力量的打开了的书本，是感性地摆在我们面前的、人的心理学……通常的、物质的工业……是以感性的、外在的、有用的对象的形式，以异化的形式摆在我们面前的、人的对象化了的本质力量。”① 这两方面的关系是否可以理解为物质和精神的关系呢？从旧唯物论看来，这不成问题，生产手段的几何、物理、化学的结构性状看作物质的方面，实践主体的心理、生理的结构功能看作精神方面，毋需争议。然而，这种理解给人类学带来根本性的混乱，给正确理解历史唯物主义造成严重障碍。从人类学的唯物主义观点（唯物史观）看来，在使用物质生产工具的活动中建立的中介结构，即便其中处于人类体内的心理生理结构这个方面，相对于人的目的意识而言，终究是客观实在的、不依人的意志为转移的、物质性的东西，能动方面与外化方面不可分割地共同构成人类本质力量的物质基础；对于人类学本体论说来，工具（作为物质生产手段）的使用所建立的中介结构作为一方，语言等等符号（作为精神生产手段）的使用所建立的中介结构作为另一方，才是物质与精神这一对范畴。物质生产领域的超生物中介结构形成社会存在，是第一性的、物质的东西，精神生产领域的超生物中介结构形成社会意识，是第二性的、精神的东西，这个人类学本体论的唯物主义观点，才是历史唯物主义意义上的唯物观点的涵义所在。精神生产领域里建立的中介结构也表现出两个方面双向进展的发育：从外化方面看，社会意识对象化地表现为符号的物质形态的结构，以客观承

① 马克思：《1844年经济学－哲学手稿》第80、81页。

担物身份展示出来的物态化意识随着社会意识的历史发展而多样化、复杂化、丰满化，从能动方面看，是人类大脑皮层中同使用语言等等符号的器官活动相应的、言语运动中枢与言语感觉中枢相配合的反馈性神经联系系统的结构及其心理活动的多样化、复杂化、丰满化。所以说，实际上，超生物中介结构不只有一对矛盾，而是包含着“四方关系”：在物质生产领域中，有工具（为外化方面）与使用、制造、创设、更新工具的活动（为能动方面）这对矛盾，在精神生产领域中，有符号（为外化方面）与使用、制造、创设、更新符号的活动（为能动方面）这对矛盾。全面把握中介结构的困难之处在于：既要看到作为社会存在的物质性中介结构中包含有担负使用工具能动活动的主体心理生理结构方面（在现象上它表现为主观方面的东西），又要看到作为社会意识的精神性中介结构中包含有以客观承担物身份使意识对象化的符号的物质形态结构方面（在现象上它表现为客观方面的东西），在此同时，还要把握住物质性中介与精神性中介之间的唯物辩证关系。物质生产与精神生产的分工曾是历史的巨大进步，这分工还曾导致对抗。但是工具与符号的相互转化、渗透、交融，也常引起人类文明的飞跃，印刷术的发明是在符号生产中运用物质生产工艺的著名例子，而现代以电子计算机装备的自动化生产则在物质生产领域中普遍采用符号，因而为消除物质生产与精神生产之间的鸿沟提供现实基础。这更促使人们深思全面把握中介结构的必要性和深远意义。

解决了前面两个问题，才有可能来回答：什么是美？美，是自由运用客观规律（真）以保证实现社会目的（善）的中介结构形式。

社会目的是社会需要的主观反映形式。人类最底层的需要，如解饥渴防冻暑之类，是生物性的，但由于人类超生物中介结构的历史积累，各种工具、符号及其使用活动也都成为族类的需

要，因而超生物的需要在社会需要中占愈益压倒的优势。这种不断提高的社会需要，构成人类“内在固有的尺度”。需要是客观的，但当需要以目的的形式出现时，它是主观上的要求。“善、幸福、好的愿望，依然是主观的应有的……”[①]。主观上的要求推动人们去行动以满足需要，这种目的性的活动，则是客观的、现实的。“目的的活动不是向着自己……而是为了通过消灭外部世界的规定的（方面、特征、现象）来获得具有外部现实性形式的实在性”[②]，“这就是说，世界不会满足人，人决心以自己的行动来改变世界。”[③] 这就是“善”所包含的两个要素：目的意识与目的性的活动。“实质：‘善’是‘对外部现实性的要求’，这就是说，‘善’被理解为人的实践＝要求（1）和外部现实性（2）。”[④]

然而，客观规律是不依人的意志为转移的。客观规律表现在各方面，可以是机械的、物理的、化学的、生物的等等，它们构成“任何物种的尺度”。“‘客观世界’‘走着自己的道路’，人的实践面对着这个客观世界，因而目的的‘实现’就会遇到‘困难’，甚至会碰到‘无法解决的问题’……”[⑤] 行动的失败教训人要认识客观规律，从没有认识到有所认识，从不正确的到较正确的，从肤浅的到较深的。这就是“真”所包含的两个要素：客观现实因果联系的规律性与对规律的愈益正确深刻的认识。“认识……认为在自己面前真实存在着的东西就是不以主观意见……为转移的现存的现实。……人的意志、人的实践、本身之所以会妨碍自己目的的达成……就是因为意志把自己和认识分隔开来，

① 列宁：《哲学笔记》，人民出版社1956年9月第1版，第202页。
② 同上书，第201页。
③④ 同上书，第200页。
⑤ 同上书，第201页。

并且不承认外部现实是真实存在着的东西（是客观真理）。必须把认识和实践结合起来。”[①]

真与善的对峙冲突，通过什么才能得到调解？中介结构以一定的形式把客观规律纳入社会目的的轨道，这形式迫使因果联系的必然性仅仅发挥合目的性的效应而排除其造祸的可能，例如，水库与灌渠的形式迫使流体力学的自然规律仅仅发挥灌溉的效应而排除其造成水灾的可能。“〈善的实现就是中介，这点是跟与它对立的其他现实相反的，对于善的直接关联和实现来说，这个中介实质上是必要的〉”[②]。“……手段是外在的推理的中词，而推理是目的的实现；因此在手段中出现着它内部的合理的东西本身。这个合理的东西把自己保存在这个外在的他物中，并且正是通过这个外在性而保存自己。因此，手段是比外在的合目的性的有限目的更高的东西……人因自己的工具而具有支配外部自然界的力量……”[③] 若不具备这种形式，中介便不成其为中介（倒成了“中隔”），这形式使客观规律服从社会目的，使任何物种的尺度服从人类内在固有的尺度，简言之，它掌握真以实现善，这形式就是美。这是现实存在的美，中介结构每一环节的建立过程，都是立美的过程。

在中介结构的外化方面，美以真为形式而以善为内容。客观现实因果联系的规律性在手段中显现出来，但它并不可能以任何形式显现，中介结构所规定的具体条件使从因到果的必然性推移只能以合目的的形式展示出来，这便是美的规律不同于真的规律之所在。美的规律具有合目的性，这是它合乎“善”的内容，但中介结构的形式并不是目的物本身，手段是与目的物全然有别的

① 列宁：《哲学笔记》，人民出版社1956年9月第1版，第203页。
② 同上书，第204页。
③ 同上书，第174、175页。

另一存在物，中介的外化形式高于目的，它包含着从因到果规律性推移的不可抗拒的必然性，它是以“真”的身份存在的。这形式在现实中向实践许诺自由，人们可以在因果必然联系中看到实现目的的保证。这形式是“人化的自然”的本质属性，自然界任何事物的形式，只要同这种向实践许诺自由的中介结构形式有着同构同形关系，都会进入美的领域，这便是“人化的自然”历史发展的途径。包含着合目的性（善）内容的合规律性（真）形式，被称为“自然美”。

在中介结构的能动方面，美以善为形式而以真为内容。目的性活动以客观现实性的方式展开出来，但它现在用不着再以盲目尝试的形式展开，中介结构所提供的对因果联系规律的认识使主体有能力掌握、运用客观规律，因而实际活动向达成目的推移的过程能以合规律的形式展示出来，这便是美的主体不同于善的主体之所在。美的主体具有合规律性，这是它合乎“真”的内容，但中介结构的形式并不仅仅归结为对规律的认识，能力与知识有别，技术与科学有别，“实践高于（理论的）认识”[①]，中介的能动形式高于对世界的如实反映，它包含着支配外部世界使其服从主体需要的现实威力，它是以“善”的身份活动的。这形式让实践在现实面前施展自由，人们可以在从主动活动到实现目的的推移运动中看到运用规律的理性。这形式是“合理的行为”的本质属性，人类任何活动的形式，只要同这种在现实面前施展自由的中介结构形式有着同构同形关系，也都会进入美的领域，这便是“理性的族类”历史成长的途径。包含着运用规律性（真）内容的目的性活动（善）形式，被称为“社会美”。

这样，人类就不仅按照美的规律塑造物体，也按照美的法则塑造自己。这决不是说，先有美的观念，然后按美的理想进行塑

① 列宁:《哲学笔记》第201页。

造；人类之所以不能不按美的法则自由创造，是由于，人类若不通过立美的活动来调解真与善的对峙冲突，使双方交融统一，就不但不能成功地进行生产，而且自己也不可能有所成长。

必须先有立美的活动创造美的存在这一物质前提，随后才会有审美活动发展审美意识这一精神成果。审美状态的基本特征是，美（在现实中向实践许诺自由、让实践在现实面前施展自由）的形式，通过主体的感官引起主体的愉悦。这事之所以可能，既缺不了对象的条件，也少不得感受能力的发展过程。因此必须明确：第一，决不是审美意识创造了美，而是相反，美的存在是审美意识形成必不可少的前提。“一方面为了使人之感觉变成人的感觉，而另方面为了创造与人的本质和自然本质的全部丰富性相适应的人的感觉，无论从理论方面来说还是从实践方面来说，人的本质的对象化都是必要的。”① 第二，具有审美能力的感官，作为审美意识的心理生理承担体，有的须形成，有的须产生，然后成长，其发生发展经历了漫长的历史过程。“人的眼睛跟原始的、非人的眼睛有不同的感受，人的耳朵跟原始的耳朵有不同的感受，如此等等。……社会的人的感觉不同于非社会的人的感觉。只是由于属人的本质的客观地展开的丰富性，主体的、属人的感性的丰富性，即感受音乐的耳朵、感受形式美的眼睛，简言之，那些能感受人的快乐和确证自己是属人的本质力量的感觉，才或者发展起来，或者产生出来。因为不仅是五官感觉，而且所谓的精神感觉、实践感觉（意志、爱等等）——总之，人的感觉、感觉的人类性——都只是由于相应的对象的存在，由于存在着人化了的自然界，才产生出来的。五官感觉的形成是以往全部世界史的产物。”②

---

① 马克思：《1844年经济学—哲学手稿》第80页。

② 马克思：《1844年经济学－哲学手稿》第78、79页。

审美活动[①]既担负着发展审美意识的职能，就必须对于美的存在进行两种活动：复现与观照。

复现：审美活动总要在一定程度上复现立美活动所建立的形式。无论是原始的狩猎舞、战争舞、耕作舞（这“舞”是舞、乐、诗的混合体）或装饰、文身、洞穴壁画，还是现代各个艺术种类的作品，都在不同程度上复现生产劳动或其他实践活动所建立的形式。在以复现中介结构形式的能动方面为主的审美活动中，往日实践的复现也是来日实践的预演，社会各个体的实践经验在这中间得到传递交流保存积累；以复现中介结构形式的外化方面为主的审美活动则对实践所需要运用的形式加以复制和熟习，以利于来日或他人更熟练的运用。审美活动的这一性质通常被概括为“艺术起源于劳动”、“艺术是社会生活的反映”、“摹仿说”。

观照：审美活动总要把对所建立的形式的感受放在注意的中心，而让形式所包含的内容从意识的前台退到背景中，隐入潜意识。审美活动区别于立美活动的主要点在于，以想象的因果效应代替了实际的因果联系（例如狩猎舞不要求实际射中猎物），这也正是建立物态化意识（建造符号形式）的活动作为精神生产区别于物质生产之点。这一符号化的条件带来的必然结果是，对于内容的关注已无意义，主体的意识就转向对于形式的专注，这才形成审美状态。这事可从外化方面和能动方面分别来说。（一）外化方面。在物质性中介活动中，中介结构的外化方面所建立起来的形式由于必须具有善（合目的性）的内容，主体在建立它的过程中必须关注能否保证实现目的，这目的物（所需求的存在

① 原始的意识形态活动是一个混合体，包含道德、法律因素、科学、技术因素、教育、艺术因素。此处所说的审美活动一方面指这混合体中的艺术因素，另一方面指实用制作活动中附加的艺术因素。

物，欲望的对象，例如猎物）也就是主体无法摆脱的东西，而对中介结构的善的内容（合目的性，有用性，例如弓箭的实用性能）的关注也不能不超过对形式（美之所在，例如弓箭的造形）的关注；当符号活动复现这形式时，善的内容（箭把猎物射倒）只是假想的，主体所关注的是这以真的身份（可感知的对象）存在着的美的形式能否重新建立，因而意识就摆脱欲望的对象而专心注意这“在现实中向实践许诺自由”的形式。主体本来能透过这形式想象到目的的实现已有保证而预感到达成目的的快乐，但现在这快乐还隐藏在意识的背景中，有待想象力来召唤，这潜意识中的快乐预感，是构成审美心境的要素之一。这是“观照”的第一个特点。这特点常被表述为“无目的性”、“超功利性”、“距离说”。（二）能动方面。在物质性中介活动中，中介结构的能动方面所建立起来的形式由于必须具有真（合规律性）的内容，主体在建立它的过程中必须关注能否合理运用规律，这规律（客观世界各种因果联系的必然性，例如弓的张力、弦的弹力、箭的方向与射中猎物的因果联系）也就是主体不得不紧张地用智力加以抽象思考的东西，而对中介结构的真的内容（合规律性，合理性，例如娴熟的射艺）的关注也不能不超过对形式（美之所在，例如弯弓搭箭的姿态）的关注；当符号活动复现这形式时，真的内容（箭镞穿透猎物的皮肉）只是假想的，主体所关注的是这以善的身份（行动中的主体）活动着的美的形式能否重新建立，因而意识就解除对因果律的抽象思考而专心注意这“让实践在现实面前施展自由”的形式。主体本来能透过这形式想象到对规律的运用已经自如而预感到因果推移的顺畅，但现在这顺畅还隐藏在意识的背景中，有待想象力来召唤，这潜意识中的顺畅预感，是构成审美心境的要素之二。这是“观照”的第二个特点。这特点常被表述为“形象的直觉”、“无概念的感觉”。

因此，在观照活动中的审美愉悦就是对自由形式的享受。有

四种心理功能参与这种享受。一是对形式的感知。感觉知觉的当前直接对象是这自由的形式，它可能是主体活动的合规律的形式，也可能是对象存在的合目的的形式，还可能兼有两者，因为无论是立美活动中能动方面的形式还是其外化方面的形式，对于审美的主体来说，都是感官所面临的对象，而且两者本来就是互相塑造、互相补充、互相过渡、互相联结的。在语言艺术和造型艺术中，各种自然物常常作为人物性格体态的同构同形比拟物而出现，音乐所建立的音响形式就更是如此了。感官对这形式的灵敏感受是审美享受的必要条件。二是理解。对于形式与内容的关系，审美主体必须有所理解，这关系既可以说是因与果的规律性联系，也可以说是手段与目的的效用性联系，还毋宁说是两种意义的重合。但在这里出现的理解并不是从不理解到理解的过程，并不是努力想要理解的紧张智力活动，而是理解力的自由运用。三是想象。对于同形式相联系的内容，审美主体可以随意想象，由于在中介结构中，一种主体活动样式可以运用许多因果规律，一种手段造形可以用来达到许多目的，对于内容的想象就有广阔的天地。尽管想象都跟当前面对的感性形式不无联系，仍有驰骋的充分自由。四是意志状态及情感态度。在立美实践活动中，意志本是主导的心理功能，美的形式也是在立美主体的意志支配下建立的，所以审美主体借助理解和想象，也能感受到渗透在这形式中的立美主体的意志，这意志在同各种具体对象相遭遇时，则表现为各种情感态度；另一方面，观照活动虽然是符号性活动而不是实际的目的性活动，却还是以实践精神来把握当前面对和由此联想到的各种对象，因而审美主体的意志和遭遇对象时的情感态度仍是活跃的。因此，在形式和意志之间展开了对话，这对话的实质就是，当前形式中所渗透的立美主体的意志同审美主体自己的意志之间的对话，这个形式使审美主体接受的过程，也就是后者被前者说服的过程。这就是审美的陶冶作用。在具有戏剧结

构的艺术品中，美的整体形式中总要包含一部分丑的形式（可能是违反目的的对象存在形式，可能是不合规律的主体活动形式），但局部的丑之所以能够非但不妨碍反倒更加强整体的美，是以这样的结构原则为条件的：艺术品形式内部建立起对抗关系，使丑的形式能从反面激发起弃丑求美的强烈意志。综上所述，在对自由形式的享受中，感知、理解、想象、情感四种心理功能的和谐活动构成审美愉悦。

经过审美观照，美就成为人追求的对象，对自由形式的享受就成为人的精神需要，人就有了立美的自觉性和主动性，就能不再是在欲望驱使下不自觉地运用规律，就能“摆脱肉体的需要”而“真正地进行生产”。对于能够自觉主动立美的人，严密的逻辑和高尚的道德都会成为自然的结果，因为他为自己建立的本是自由地运用客观规律以保证实现社会目的的形式。正如席勒所说：“……从审美的状态到逻辑的和道德的状态（从美到真理和义务）的步骤，比起从肉体状态到审美状态（从单纯盲目的生命到形式）的步骤要容易不知道多少。”[①] 美的吸引力赋予人生的崭新境界在于，当美的需要得到满足而带来享受的愉悦时，享受者正在生产，正在创造，正在驾驭自然，正在造福社会。

教育中的立美方法

育人始于立美。因为教育的使命在于培育能自由运用规律以造福社会的人，所以先要为受教育者的行动言语建立合规律的形式，在这基点上，任何知识的传授都要随时启发出对所认识规律的自由运用。这就是立美教育的基本方法。

有许多规范是教育工作者十分熟悉的。例如，健身操要姿势

① 席勒：《美育书简》第 23 封信，《古典文艺理论译丛》第 5 册第 74 页。

准确、节奏规整；听讲课要挺胸背手，想发言要举手；说话要说完整的语句，不许颠三倒四，杜绝口吃和废词儿（“那个那个”之类）；会问好、道别、致谢、道歉，禁止骂人打架撒谎造谣；教室楼道校园要保持整齐清洁；书法要讲究，作业要准确整洁……以及学生守则中的各种要求。现在可以提高到美育理论上来认识，建立这些规范，就是为实践主体的目的性活动建立起运用规律的形式，就是使受教育者能动活动的形式具有合乎“真”的内容而成为“社会美”。

有许多教学方法被称为“学以致用”而经常为有经验的教师所采取。例如，在识字教学中，学了某个基本字形（例如“每”）以后，随即要求用这个字形来组成许多新字（例如梅霉莓酶海悔晦诲敏繁侮）。语文教学中的造句练习也属于这一类，复合句的句式练习对运用语言能力的发展更有重要促进作用。又如在常识教学中，讲过热胀冷缩以后要求回答，造火车头的大轮子时，怎么才能把铁箍套到轮盘上去。人们通常只是从教学法的角度来总结，认为这样才“记得牢”，而没有解释“记得牢”的原因在于，把客观的知识按其固有规律组织在主体的目的性活动之中。现在可以提高到美育理论上来认识，进行这些练习，就是为现实对象的规律性存在建立起合乎目的的形式，就是使所传授的知识系统具有合乎“善”的内容而成为“美的对象”。

立美教育方法的自觉运用可以使这方法扩展和深化，大大加速学生智能（观察力、理解力、想象力等）和求知欲的成长，所收到的成效会是难以想象、难以置信的。北京育民小学实验教学班的学生之所以有可能在一年级学会含负数的加减、约分和分数乘除，在二年级学会十底幂和科学记数、比例和比例分配，在三年级学会行列式和求极限，在四年级学会二次方程和对数……就是由于系统地运用了立美教育方法。

下面以数学教学为例来说明立美教育（伴有一部分审美教

育）方法的系统化运用。为什么着重讲数学教学？不仅因为它是科学技术教育的基础，是教育现代化的领先科目，而且更重要的是由于数学的内部结构具有如下两大特点：（一）对象状态与主体动作不断互相过渡。在数学中既不能有无动作的对象，也不能有无对象的动作，任何数学概念、公式、定理，都要以主体动作施于客观对象方能建立，因而这领域本是真与善相融合的领域，即美的领域。以往数学教学使学生感到抽象，学得被动，进度迟缓，是由于教科书编者和许多教师误解了数学的本性，以为它是独立于人的实践之外的知识，其实，数学知识的本质存在于实践主体对于现实对象的运用之中。数学的本性为立美教育方法提供了最适宜的舞台。（二）工具与符号层层传递。最基础的数学概念，都是可以用实物教具来阐明的（不能误解为实物就是这些概念的模型，而应该说，这些概念的客观含义就在对实物的运用之中），概念一旦建立，就马上可以用语词、字形、记号等等符号来表示，以后者为材料，又马上需要建立起运用符号的活动，符号活动的理性形式（例如等式）来自实物活动的内在规律；接着，符号活动又显示出自己的内在规律（例如乘法交换律），要求建立起高一级的概念并用高一级的符号（例如指数对数）来表述……如果说，运用实物的活动是物质生产的缩影，运用符号的活动是精神生产的缩影，那末，在数学中物质生产和精神生产就没有分明的界线，更没有跨不过的鸿沟，只要主体运用工具和符号的能力充分发展，具体对象随时可以抽象化，抽象化的成果也随时可以还回具体。因此，运用数学知识的活动可以形成一种物质、精神生产交融合一的全面中介结构，数学在科学技术中的特殊地位可以由此得到解释。物质性、精神性中介结构的美的形式的全面发展本是立美活动的理想境界，也是立美教育的典范方式。

立美教育要为学生的行为建立合规律的形式，在数学教学

中，可从“操作完形”谈起。对于任何一组数量关系，都可以用算术与代数交融的方法建立一个操作完形。以最简单的、加减性质的数量关系为例：

$2+1=3$
$1+2=3$
$3-2=1$
$3-1=2$

加号前后，可以对调。
头尾对调，加减改号。
减号后，等号后，可以对调。

右边这三句“变换式子的口诀”是让学生对左边四个算式进行操作所遵守的形式，这形式便是通过教学建立起来的美的核心部分。

根据什么说这形式是美？人们也许可以从对称性来解释：第二句口诀所表述的操作样式仿佛是一个自旋的对称轴，它能使第二、三两个算式互相转化，也能使第一、四两个算式互相转化，相转化的两式互相对称，即互逆、相反、对立、矛盾；第二句口诀实际上包含两个相反的意思：加变减，减变加，这两个意思也互相对称，所以可说这句口诀自相对称；第一、三两句口诀所表述的操作样式则又互相对称，后者是前者（加法交换律）在减式中的倒映样式。人们也许从对称性中看到了其所以为美的理由，因为古往今来已有那么多美学著作把美和对称联系在一起，然而实际上，对称何以为美正有待解释，这个解释是人类学的：中介结构能动方面的美，是运用规律的主体活动形式，而规律的运用只要是完整的而不是片面的，就普遍具有对称的形式，自然物的对称形式正是由于同人类活动的合规律形式在这一点上同构同形，才进入了美的领域。并不是说自然界的对称形式在有人类以前就已经是美的存在，人类只是认识了那存在形式固有的美而

已；也不是说对称形式的客观存在本无所谓美，只是由于审美主体感到它美，或看到它符合自己心中美的观念，它才成为美；而是说，人类作为实践的主体所进行的活动，只要完整地运用了某种客观规律，便会具有对称的形式，对称就因此成为美的特点之一，而自然界固有的对称只是由于跟实践的合规律形式同构同形才成为美，这同构同形关系是客观存在的，不管主体的感官是否认识了它。一组数量关系可形成四个算式，其间存在互逆性和交换律，这是客观规律，当这客观规律被“理性操作”（摆弄符号而不是摆弄实物的活动）所运用而在“形式推论”（对算式这种判断的形式加以变换）的行为领域中呈现出合规律的形式（代数推导）时，操作形式必然表现出互相对称、自相对称的特点。这仅仅是一例，在数学和工艺学中有无数实例表明，实践完整地运用客观规律而建立起来的操作形式普遍地具有对称的形式，它们还普遍地具有均衡、秩序、多样统一等形式特点。这可以说是微观人类学的大量发现，这些发现解答了各种自然美的形式何以为美这一美学理论的老问题。面对这些发现，本体论哲学要进一步沉思的倒是另一个问题：善掌握真而体现为美所采取的形式具有对称、均衡、秩序……等特性这一人类学本体论的法则，怎么竟会如此酷似植物动物发育（自我建立）长成的形态具有对称、均衡、秩序……等特性这一自然本体论的法则呢？

在教学中，这代数性的变换式子操作可以夸张放大成规范化的姿势，可以伴有音节整齐的口诀，每句口诀可以按音乐化的铿锵节奏来朗诵，这些对于增强美的形式的吸引力，提高立美活动的自觉性，巩固立美教育的成果，使刚入学的小学生学得轻松愉快，记得准确牢固，都是颇有作用的，但这些都只是在立美教育过程中附加的审美教育因素，教育过程所建立的美的核心则在于这理性操作形式。每句口诀叙述了一个操作样式，学口诀并非为了能说会道，而是用以辅助学生掌握这些操作样式。三个代数性

(理性)操作样式把四个算式所陈述的算术性(感性)操作联结成一个整体,完形之所以为完形也就在这整体所具有的完整性中。一套完整的操作使操作者能够完整地把握数量关系这一对象,能够建立起关于数量关系的辩证概念,能够从代数性普遍规律的高度来把握算术性特殊规律,能够举一反三亦即主动地运用代数规律来组织算术知识。在入学第一周内建立起来的这套理性操作形式就成为往后学习大量加减算式的能动性组织力量,学习新知识就带有很浓的复习意味,脑力负担显著减轻,学习进度大大加快。并且以后只要把加、减两字分别换成乘、除两字,同样的这套操作形式又会成为学习大量乘除算式的能动性组织力量,使每句乘法口诀都拖挂着一组组织在操作完形中的乘除实物操作,因而使小九九智力结构建造成辩证的而非片面的,灵活的而非僵死的,丰满的而非干瘪的,扎实的而非架空的,牢固的而不是容易出错的。总之,操作完形使客观规律性转化(二重化)为主观能动性,这是美的力量之所在,而上述立美教育的成果也正展示了美的力量。可以从理论上概括地讲,美,作为主体活动的合规律形式,总有这样的力量——化客观规律性为主观能动性。

仅仅从教育成果中来看美的力量还是不够的,对立美过程的分析将揭示人类理性行为发育的机制,让我们看到美在人类理性自我建造历程中的地位。上述三句口诀不可灌注给学生,而要由学生自己来发现,这从智育的角度也可以概括为“反对填鸭式的灌注法,提倡启发式的发现法”,但现在我们要转到美育的角度来分析这一教学过程。过程之初所设置的情境是这样的:把某句口诀的运用所涉及的某两个算式上下并列,另外立五块小牌,每块小牌写有一个数字或符号(写“+”号的背面写有“-”号),组成第一个算式,要求学生把它变成第二个,再变回来。解决这课题所需要的动作是十分简单的(调牌,在学第二句口诀的情况下,接着翻牌),一年级学生都能独立完成任务;但发人深思的

是，这样简单的动作，在没有成年人提出课题的条件下，孩子们为什么竟然根本不可能想到要做。原因是，虽然任务的解决所包含的智能难度并不高，但任务的提出却要求相当高的智力水平，它是以对算式采取完全不同的态度为条件的，需要从算术的态度转到代数的态度。学习算术的小学生说出或读出一个算式时，他从每个数字所想到的是相应的数数动作及被数的个体，算式的正误要根据数数的实际情况来判断，在这种算术态度支配下看数字时，不同的数字只能是不同的质料。变换式子的课题要求进行的是摆弄数字（符号）的活动，而不同数字在算式结构形式中的地位有可能是平等的，可以互相替换的，换言之，这种活动要求暂时舍弃不同数字的质料方面（数数的内心操作），转而注意各数字的形式方面（它们在算式结构形式中的地位），这就是代数的态度。从算术的（质料的）态度转到代数的（形式的）态度，没有相应水平的实践为条件是根本不可能的，所以儿童在没有这样做过以前决想不到要做这样的事；只有当变换式子的课题一下子把他推到形式推论的崭新行为领域而迫使他在解决课题的动作（调牌、翻牌）中建立起跟算式的崭新关系，才促成了从算术（质料）态度到代数（形式）态度的转变。所以，让学生进行变换式子的操作，就是要求他超越算术而上升到代数，超越质料而上升到形式，超越自己的感性操作（摆弄实物，尽管已经内化为想象中的动作）而上升到理性操作（摆弄符号，尽管最初还是用外部的肢体动作来完成的），总之，就是要求他超越自己原先的感性存在而建立新的理性本质。这种情况的出现并不局限在学习四则的阶段，为了避免对上述算术与代数关系问题的误解，必须说明，算术与代数的关系决不等于小学数学与中学数学的关系，实际上在数学的各门分科里都存在着这样两个方面：一个方面涉及数量关系、数量计算和数量对应，另一个方面涉及形式变换、形式运算和形式推导，前者与算术相当，是感性的方面，后者与

代数相当，是理性的方面。在多项式乘法公式、数列与各种函数的教学中，忽视前一方面的基础作用而片面要求掌握后一方面，是造成教学困难的重要原因。上文对立美教育方法的分析虽然只举了小学算术第一周的例子，却展示一个普遍性的原则：让学生面对算术性（感性）的材料而进行代数性（理性）的操作，这样，不仅可以让感性材料支持对理性形式的理解，加固对理性形式的记忆，不断充实和丰富理性形式所包含的内容，而且从一开始，那理性操作形式就是学生自己完全能够发现的，而不需要作为现成知识从外面灌输。这也就是说，理性形式不是以外来知识的身份加于学生，而是以自我建造的方式由学生主动建立。这一立美教育原则，既坚持教育条件（受教育者发展的外因）的主导作用，又坚持学生自己主动操作活动（受教育者发展的内因）的动力、基础作用。当受教育者不断地在教育者所设置的条件下主动建造自己理性行为的形式（立美）时，他就反复体验到自己超越感性存在而建立理性本质的进展过程，体验到自我超越这一理性发育的动力机制。相反，如果理性形式排挤、取代感性材料而灌入，超越过程就无从发生；或者，如果仅有感性材料的堆积而不提出要求由理性操作来解决的实践课题，超越过程也无法实现。旧式数学教学，两种情况兼有，小学阶段主要犯后一弊病，中学阶段主要犯前一弊病，而六七十年代的所谓数学教学现代化运动，则将前一弊病推向极端。唯有立美的过程才能够实现主体的自我超越，从这里我们看到，美作为人类理性行为赖以建造的形式，是如何在人类自我超越的无限历程中担当着能动构架的角色。

“以美引真”的教学方法就这样形成了。在变换式子时，面对的是算术的材料，眼前没有出现任何代数字母，但主体自己的操作形式却完全是代数水平的，这操作形式（美）自然会引导到代数知识（真）。人们通常认为，抽象的本质是藏在具体的现象

背后的，要认识抽象的东西必须透过具体的东西而跃到彼岸，现在我们却看到相反的情况，抽象的、代数水平的操作形式是介入主体与算术对象之间（作为中介）而建立起来的，恰恰是在此岸。在这关系启发下，我们不禁要问，那一直被认为是隐在彼岸的各种抽象知识，是否本来就是在主体活动的此岸产生出来的呢？深邃的抽象性是否恰恰来自操作形式高度超越的抽象性呢？的确，从人类学本体论看，无论使用工具还是使用符号的中介结构，在历史发展中总是表现出双向进展的发育，抽象知识是抽象操作的对象化，彼岸性是此岸性的对象化。事实上，数学发展的漫长历史正是按照以美引真的方式进展的，数学教学中的以美引真只是它的缩影而已。小学一年级学代数就是靠以美引真的方法取得成功的：先要求学生解决变换算式的课题，让他们通过尝试性的实践自己建立起形式化的操作样式，既而要求用语言叙述这操作样式，过渡到形式化的语句（三句口诀）而达到熟虑水平；经过大量以代数操作主动组织算式的练习之后，在等式中开始出现未知数字母，让他们根据早已熟悉的代数操作形式总结出解未知数的规则，构成代数知识。

以美引真的方法表现在教学程序上是“形式超前”，这一设计思想的主旨在于侧重发展主体的理性操作能力。每当学生能够以直观的想象或简单的形式解某一类型的题之后，总是要求他通过某种精心设计好的形式化途径或较高深形式来重新解这样的题，以此为他开拓出形式化理性操作的领域，这不仅可以加重学生的智力负荷以锻炼其智力，更重要的是让他及早熟悉较高深的形式化运算，以后只要通过他所熟练地掌握了的高深形式，就能顺利地迁移于陌生的情境，消化高深的内容。例如，在一年级的整数除法教学中可以把已经做好的除式改写成质因积约分的形式

(但不动用约分概念)，以此为分数乘除教学作好准备[①]。

以上侧重讲了在主体操作方面建立理性形式，即能动方面的立美，下面要转到外化方面的立美，讲操作对象化形式的建立。主体操作的对象化，可以采取图像的形式，也可以采取符号格局的形式，前者具体，后者抽象；虽有这样的区别，它们作为对象化却有共同的本性：这物体的外观如果孤立地从它本身来看，把它跟运用者的操作、言语活动隔绝，它就失去意义，对于那些不能进行相应的操作、言语活动的人，它就不成其为对象化。因此，对于对象化形式的描述，不能离开"理性直观"的概念。经过主体涉及对象外观形式的操作、言语活动按合规律形式的多次重复而建立起来的心理结构，使主体有能力在对象外观的形式中看到自己操作的形式，在对于对象外观的直观知觉中加进自己理性行为的内容，这种水平的直观称为"理性直观"。

以图像为外观的理性直观，除了人们所常议论的几何定理证明中的理性直观以外，可以举这样三个例子：(1)一个正方形，划线作四等分，其中三块涂深色，又用红线把四块中的每块都等分成五小块，面对这张图作相应的动作比划和语言叙述，讲明白3/4如何可以"大块划小"变成15/20，反过来，后者又如何可以"小块并大"变成前者。学生能从图像上看出"大块划小"、"小块并大"的操作样式，这就是理解分数的基本性质所需要的理性直观。(2)纵向数轴右侧划两条横向短线，其间画一个纵向箭头，短线的位置和箭头的方向可正可负，形成六种不同情况，六张图成一套(以成为操作完形的对象化)，面对每张图作相应的操作言语练习，讲出起点、行程、止点三个数量的算术加减和代数加减关系。学生能从图像上看出代数性的关系式如何转变为算术性的数量关系，这就是理解有理数加减运算所需要的理性直

① 详见拙作《数学教学方法新探》，《教育研究》1980年第3期第60页。

观。(3)二次函数曲线，按其概貌(上翘、下耷)和截纵轴时的走向(横、撇、捺)之不同，可有六种情况，六张图形成一套，面对每张图作相应的操作言语练习，讲出斜率变化规律。学生能从图像上看出曲线斜率变化的总趋势及截纵轴时斜率的正负，这就是理解二次函数求导所需要的理性直观。——这些理性直观都是小学生能够达到的。达到理性直观水平的观看，是一种观照，这时观看者能够在图的感性形式中看到理性的结构，这对培育一个有良好观察力、理解力、想象力和独立思考能力的人格，是不可缺少的。反之，让学生养成满足于知道答案对不对的习惯，如程序教学常做的那样，或者片面追求速度而机器般地匆忙做题，如过于频繁的速算练习所造成的那样，都不利于培育完美的人格。

以符号格局为外观的理性直观，有如下的例子：(1)两岸阵、四方阵以及两岸四方综合阵理性直观①，(2)质因积形式建立并发展学生在数论领域里的理性直观②，(3)位名序列和名目序列跟数码或算盘珠的上下对位和左右可动关系，建立并发展学生对十进制数量级(包括宏观、微观物理量)的理性直观。这类理性直观不同于前一类之处在于，视觉所面对的并非图像而是数字、字母、文字等各种符号，但大脑能从各符号之间的关系(方位、结合、秩序等)中想到该做什么样的运算动作，所以就其在直观知觉中加进理性行为内容这一点而言，它跟前一类理性直观是相同的。由于洞察力、准确度和机敏性，这类理性直观在教学中显示的力量(也是美的力量)十分惊人，运用这类理性直观来解题的学生给观察者的印象是"反应快"，常被归因于教学过程"训练"了某种条件反射。因此有必要从理论上澄清：在神经系

①② 详见拙作《数学教学方法新探》，《教育研究》1980年第3期第59至63页。

统动力学机制方面，理性直观与条件反射有根本分歧。条件反射理论在解释人类智慧问题上的致命弱点是，无视中介结构的建立和成长，不承认人类理性行为的产生不仅需要神经联系的机制，而且还需要对于既定模式的运用和对于运用方式的选择这样一些有关意志自由的机制。智慧的本质是对规律的自由运用，决不是条件反射。立美教育方法所致力的，是促进智能（自由运用规律的能力）的发育，而决不是把学生训练成解答问题的机器。可以举两个例子来说明，智能发育究竟如何不同于条件反射。一个是质因积理性直观的例子。口算卡片上写着：$2\cdot2\cdot2\cdot2\cdot3\cdot\frac{1}{2\cdot2\cdot2\cdot2}$，要求学生在照字面读过以后，再读作多少除以多少等于多少。商3是一望便知的，但被除数和除数却需要经过积极的智力活动才能说得出来，这活动对智力的锻炼过程，就是智能的发育过程，如果让学生死背$48\div16=3$，把等号前后的东西以条件反射的方式联系起来，上述的积极活动、锻炼、发育就全都不可能有了。另一个例子是位名序列的运用。把位名序列（以十底幂与汉字两种形式写出）卡在算盘底下，对准个位，在算盘上记1，说“这是孙悟空，他会分身法”，于是把1改换成十分位上的梁上一颗五和梁下五颗一，接着又拨去十分位上的梁下一颗，换成百分位上的一颗五和五颗一……连续做退一当十，用不了十分钟，就会在算盘上出现一连串九，最右端那档上则是十。问学生这么多珠子表示多少，根据理性直观所提供的理解，他能回答等于1，这答案，靠条件反射是无论如何也得不出来的。再问，还能不能再变？讨论就引向无限，他可以设想“退一当十”操作无限进展，无限次地十等分，在无限远的档上出现一颗五和五颗一——这一表示多大的数值呢？假定个位的1是一米，那末右边无限远档上的1就比电子的直径还小得多了，这境界完全是超经验的，靠条件反射这种经验主义的方法根本不可能达到，但运用理

性直观所建立起来的智力结构却有能力把它想象出来。

经过以上两层讨论（能动方面的立美在建立理性操作，外化方面的立美在建立理性直观），我们接触到了立美教育的根本任务——取得自由，这也是美的根本性质。在我们一开始强调立美要为主体活动建立合规律的形式时，没有顾得上划清美与异化的界限，对于“合规律”所可能引起的误解没能予以澄清。像拉风箱、抡大锤、摇纺车、缠线轴以及其他各种为旧日童工所熟悉的单调劳动动作，也都符合“合规律”这个条件，并且还都是生产性的活动，那末这些活动样式也都是美的形式吗？在工业自动化前夜有不少伺候机器的刻板劳动样式把工人变成机器的附属品，激化了的事实使人们再也无法否认，扼杀了劳动者自由的劳动样式是异化，而不是美。承认这一点以后，回过头来看手工劳动，自然也会发现其中有不少劳动样式束缚着劳动者，具有异化的性质。当然，这种不自由与受欲望驱策的不自由有着完全不同的性质。受本能欲望驱策的任性粗野行为，不能支配规律，客观规律以生物学规律的身份在这人背后支配着他，生物性的欲望从潜意识深处左右着他的行为，当他如此行动时倒也觉得自由自在，但这跟人类所特有的自由毫不相干，掌握不了客观规律的行动毕竟会在客观世界中到处碰壁，露出不自由的本相，这种不自由，是未人化的不自由。生产性劳动过程中的动作，本是人类掌握规律以后建立起来的，但人类所掌握的规律范围极广，所建立的合规律动作样式极为丰富多姿，其中某一个孤立起来不断重复才形成单调的动作，由于分工，丰富多姿的美的整体被支解了，受分工局限的个人被迫只跟解体了的美的某些碎片打交道，被幽禁于这碎片之内，这种不自由，是异化的不自由；异化一词在此的含义，与生物学所讲的新陈代谢过程中的异化，从本体论哲学看是相同的，生物学把生物有机体结构的降解称为异化，人类学则把人类自我建造所形成的美的结构的降解称为异化。制胜两种不自

由的途径也不相同：对于未人化的形式，需要予以改塑，把散漫的质料纳入严格的形式；对于异化的形式，需要予以整合，把割裂的碎片合成完好的整体。如果我们对异化复归的这种途径有所了解，那就不会惊讶，为什么当自动化工艺把那些伺候机器的异化样式交给机器以后，它们又成为美的形式的有机组成部分而存在了，因为一旦它们不再禁锢任何个别劳动者的活动，它们确实在现实中向实践许诺着自由。

那末，美与异化的界限究竟何在呢？最后的界限就在，美的形式体现了对规律的自由运用，异化的形式则表现出对规律的无奈屈从。运用立美教育方法时必须时刻警觉，留意有没有出现这样的局面：当教师致力于给学生建立合规律的形式时，学生所体验到的却是对规律的屈从。旧式教学方法的悲剧正在这里：老师的辛劳换来了学生的被动，知识的增多换来了头脑的呆板。各科都有这样的悲剧，而尤以数学为最，按学科的潜能，数学本应带给学生最大的自由，因为它揭示了掌握自然规律的普遍性方法，但由于数学所要求的形式最严格，学生在旧式教学条件下体验到的屈从感也最为强烈。为了寻找出路，人们经常求助于说教，最简单的办法是宣传顺从性，较胜一筹则是说服学生相信，今天的受拘束可以换来长远的自由。立美教育方法不能满足于此，我们要求学生达到的，不仅不是顺从而是自由，而且不是想象中的自由而是现实中的自由。在我们不断引导学生同规律打交道的同时，要经常注意让学生能居于规律之上而不伏于规律之下，经常为他设置允许并需要他自由运用规律的开阔地带。

主体如何从某一特定的合规律形式取得自由，不外乎两种运用，一是依据它，二是超越它。仍以四个算式三句口诀的练习为例来说明这两种不同的运用。对于刚入学的一年级小学生来说，他所能取得的自由是依据三句口诀的代数性规律进行大量有组织的算术操作时所体验到的那种境界，这自由不仅表现在他能把原

来死呆着的算式活动起来互相通气，把原来各自分开的部件装配成套，更重要的是，当他不断面临陌生的算式时，这套操作总是行之有效的，主体操作形式的普遍性把特殊的陌生者变成了又新鲜又亲切的“似曾相识”者，因而获得一种自由感。当然三句口诀的普遍性只适用于一定范围，从人类知识与行为的全局来看，这只是小小的局部，但在这范围内，它确实遇不到例外，畅通无阻，而且适于这样变形的算式实际上确是无限的。教师就应该在学生一学会三句口诀的操作以后，立刻把他领到这片开阔地带上来，任他驰骋，让他尽情领略普遍性主体遇到特殊性对象时的自由感。相反，如果算式缺乏变化，甚至脱离算式而孤立地重复三句口诀的操作，那就无异把他锁闭在严密的幽室中使他窒息，那是完全违背立美教育原则的。那是对规律的依从、依附，而不是依据。当三句口诀的操作为大量算式所充实，通过大量反复而淀积为下意识的动力定型以后，教学中就能用这成果来建立两岸阵或四方阵理性直观，从原先的操作形式中总结出更简单的解题规则，这就是对这形式的超越。超越的结果，主体就能依据更高的合规律形式来运用原先熟悉的形式，而取得更大的自由；当然，学生既已能依据更普遍的形式，教师就应该领他到新的开阔地带，让他领略更大的自由。从上述由依据转到超越、超越引到新的依据的推移进展中，我们看到了自由如何吸取规律的营养而不断壮大的人类学发育机制。

从数学教学的立美入手，不仅提供了大幅度刷新自然常识、物理、化学、生物教学的可能性，而且按照“充分取得自由”的立美教育原则，也必然要求及早把自然科学定律的运用作为应用习题放进数学课中来；与此配合，就要求及早开始并持续进行有组织有计划的观察、记录、统计、实验等活动，这些活动形式的建立，当然也是立美教育的内容。要让自由得到充分发挥，必然还要求从科学转到技术，因为正是技术才体现了对自然界规律的

大规模自由运用。各种工艺制作（手工艺品、活动玩具、无线电、航模等等）和技术设计，应该在小学生和中学生中有指导地常年进行。生产劳动教育本是综合技术教育的具体实施，如果脱离综合技术教育的现代化目标，片面追求经济效益而使工艺结构拘于一隅，甚至对各种异化的劳动样式熟视无睹，那就违背了培养能自由运用自然规律以高效造福社会的现代化生产者这一目标。工艺学的深邃本质在于自由创造，如何从工艺学的广阔领域中选取最有启发价值的典范结构，理出逻辑线索，编成系统教材，向学生展示人类自由创造的本质力量，引导学生通过处理设计课题的练习发展自己潜在的本质力量，是中小学课程建设的当务之急。

审美教育的途径

审美教育的任务是培养受教育者对自由运用规律以造福社会的形式的浓厚兴趣，这兴趣是超乎个体的欲望、利益的，这超功利兴趣可表述为美对于主体的吸引力，也可表述为主体喜爱、追求从而自觉要求建立这形式的推动力。审美教育需要在广阔范围内进行，在社会、家庭、学校中，学校又不限于小学，大学和中学都有进行审美教育的责任。下面侧重就学前与小学阶段审美教育的实例，略述审美教育的途径。

审美教育的题材，可从最能显示人类征服自然的本质力量的现实事物中选取，例如盘山铁道、水库大坝、防风林网、通讯卫星……由远及近，可举本省、本县、本乡的重要工程，再缩小可到纸飞机和竹蜻蜓。在最小的范围内，审美教育已能与立美教育完全融合，但审美教育的主要题材正是要远远超越学生直接实践活动的狭窄范围，让学生高瞻远瞩，望见人类伟大实践的全景和个人未来实践的远景，这也正是立美教育所担负不了的教育功

能。这些题材在目前儿童教育中也有所采用，但讲解的方式还未能达到审美的要求，审美所要求的是，不限于讲述这些事物的功用（合目的性、善的内容），而还要进一步着重引导儿童注意事物存在的造形、运动的样式（合规律性、真的形式），在理解这形式如何让人达到目的的基础上，通过对形式的观赏来领会人类由此取得的自由。当然每件事物的形式美是十分丰富多姿的，对于儿童幼嫩的心理结构来说，如果仅有全貌，势必流于肤浅而印象模糊，所以除了鸟瞰概貌，还应对关键性的形式予以扼要的描述。要防止这样一种误解，以为只要孩子们能被模型、图片或映画所吸引，能对景色表示赞叹，能空泛地说"多美呀"，就达到了审美教育的目标。审美教育是要让主体面对事物的美，通过对形式的理解和由形式的想象，达到对人类本质力量的自我意识。

自然界固有奇景的观赏，也是审美教育的内容之一。彩虹和雪花都是自然界固有的，并未经过人类加工，但人对彩虹的壮丽不能不惊赞，对雪花的优美不能不怡悦，山川风月花鸟虫鱼宝石翡翠的观赏也属于这一类。未经人类加工的事物的美，常被某些理论援引来证明自然美不依赖于人类而存在，姑不论这种见解在逻辑上如何站得住，就从如何分析审美心理、如何指导审美教育来讲，这种理论也是无能为力的。由于什么，那是美，又由于什么，人喜爱它，这两个问题都须从中介结构历史发育双向进展的原理中得到解答。只是由于人类运用自然规律的实践活动经过漫长历史而扩展到广阔的规模，一方面，自然界各种显示规律的形式（在色彩、线条、形状、音律、节奏、布局等许多侧面）才因其与主体活动的合规律形式同构同形而进入美的领域，另一方面，人类视觉听觉的色彩感、形体感、和谐感、匀称感……才发展起来，世代相传，成为人类特有的审美能力。儿童对自然美的兴趣常以本能的方式流露，若得不到正确引导，可能出现两种结果：一是兴趣停留在短暂、肤浅、狭窄、零散的水平上，成为对

儿童智能发育的干扰（功能性障碍），二是随着年龄长大，个人狭小范围内实用事务的忙碌，这种兴趣就逐渐淡薄乃至消失了。审美教育有责任把儿童天生的爱美兴趣引导到对于自然界规律性形式的热爱，使其成长为对自然规律的强烈求知欲，提高为对自然规律在人类实践中重要意义的深刻领悟。对彩虹雪花的惊赞怡悦，自古已然，但审美意识的内容却随着社会生产力水平的提高而变化，今天我们引导儿童欣赏它们时，已能完全免除宗教式的神秘感和虔敬神情，而让儿童想象光子、光的折射、电磁波的波长、水分子的结构、价键与晶体形状的关系……联想到研究光谱的科学家的功绩、通过光谱分析发现新元素的故事、研究结晶学的科学家所用的方法……人类与自然界的关系，已为电磁学、天文学、地质学、气象学、仿生学、遗传学、生态学……及运用这些科学成果的各种工程所大大改变，现代人对自然美的审美意识内容当然远远超出古代文艺作品所包括的范围，这是审美教育必须注意的基本事实。

由各种自然物的外观引到拟人化的类比联想而加以观赏，是审美意识发展的又一方式。这种被称为“移情”或“移感”的现象，在近现代美学理论中得到了详细、广泛的探讨，通常认为是审美的主要方式。从美学原理上重视对这种审美关系的研究，在审美教育中重视对这种审美能力的培育，都是十分必要的。在从理论上研究时，首先要注意的是，不要把这个意义上的“人化自然”跟马克思所讲的人化自然简单地等同起来，马克思所讲的人化自然是通过物质生产实现的。“实际创造一个对象世界，改造无机的自然界，这是人作为有意识的类的存在物……的自我确证。……正是通过对对象世界的改造，人才实际上确证自己是类的存在物。这种生产是他的能动的、类的生活，通过这种生产，

自然界才表现为他的创造物和他的现实性。”[1] 而审美中的拟人化则是精神生产领域里的人化。只有在物质性人化的基础上，才可能有精神性的人化，用后者遮盖、取代前者，便走向历史唯心主义；要正确地解释后者，必须首先承认前者。“……劳动的对象是人的类的生活的对象化：人不仅像在意识中所发生的那样在精神上把自己化分为二，而且在实践中、在现实中把自己化分为二，并且在他所创造的世界中直观自身。”[2] 在物质性人化的前提下，精神性人化也不难解释：先是，在物质生产领域里，自然物作为人类（进行物质生产的）肢体的延长，以其合规律的形式参与这物质性的中介结构之中，随之，在精神生产领域里，自然物作为人类（进行精神生产的）器官的延长，以其有表现力的外观形式参与这精神性的中介结构之中。什么是有表现力的形式？自然物的某些外观，经过感觉器官的选择与统摄（这两种重要心理功能，本是在物质生产的漫长历史中发育成长起来的，随后才在精神生产中作为感官的智力素质自由运用），建立起某种知觉完形，这外在形式与主体情感活动的某种样式有着同构对应关系，因而互相映照，互相共鸣。在这样的内外关系中，主体情感便在对象外观中得到凝集、寄托、表现、传达，对象外观便成为主体情感的对象化、物态化、体现物、淀积物。从审美教育的角度，还需要进一步注意到，拟人化对象既然是人类精神生产器官的延长，它所延长的究竟是哪些器官呢？语言是精神生产的主要手段，首先是有声语言，运用有声语言的器官是言语运动器官和言语听觉器官，其次是手势、图像、书面语言，运用这类语言的器官则是肢体（以手为主）和眼睛。拟人化对象既然是这些器官的延长，同这些器官的活动形式之间的相互联系、过渡、影响和

---

① 马克思：《1844年经济学－哲学手稿》第50、51页。

② 同上书，第51页。

作用，便是理解这些外观形式的构成、演化规律时不可忽视的方面。简言之，移情审美关系是语言艺术、听觉艺术、视觉艺术历史发展成果的进一步伸延，拟人化审美能力的发生发展也以艺术教育为前提，学前教育中常用的童话和寓言，便是这类教育的启蒙形式。至此，我们又碰到了自然物移情欣赏的意义问题：既然有各种艺术品可供观赏，而没有艺术修养的人又难能对自然美作移情的观照，那末人与自然物的这类审美关系还有多大的地位和价值呢？正如在物质生产领域里，人类必须不断从自然界显示规律的形式中吸取营养，来壮大自己运用自然规律的生产能力，同样，在精神生产领域里，人类也必须不断从自然界千百种规律交织汇集的丰富形式中吸取营养，来充实自己驾驭客观规律的情感体验和意志力量，艺术创作也需要以“外师造化”的无限进程来不断为“中法心源”积蓄客观内容。

通过艺术品的欣赏、表演和创作来发展主体的审美能力，尤其是拟人化类比联想能力，是审美教育的重要途径。在审美能力的培育中，有三种感官起特别大的作用：言语器官、视觉器官和听觉器官，与这三种感官相应的有三种艺术：语言艺术、造形艺术和音乐。把语言艺术同其它艺术并列，人们都习以为常，但把言语器官同其他感官并列却不免出人意外，人们觉得言语器官仅仅是由运动器官和听觉器官综合而成的；然而，心理学、语言学、艺术学、教育学和艺术教育学的研究却都说明，把言语器官活动归结为只是运动听觉器官综合活动的看法是极为肤浅的。不错，在言语活动（运用和理解语言的活动）中，包括有外壳的方面，说出语音、写出字形要用运动器官，听辨语音、认辨字形要用听觉视觉器官，从外壳着眼确能看到语言艺术与听觉、视觉艺术的重叠部分（诗歌、书法）；然而外壳毕竟不是语言本身，语言有它的心理实体，那就是词义的心理表象（作为材料）被语法范畴的心理模式（作为构架）所组织而联结成的表象系统（抽象

词义所结成的是概念系统，此处不谈），无论是对语言的理解能力还是运用能力，都离不开这种表象系统的构筑能力，而所谓言语器官，也就是大脑皮层中担负着构筑这种表象系统的心理功能的相应区域。言语器官的发育，在审美能力的成长中总是起着带头作用，但这不能理解为，在培育审美能力的过程中三种器官要分先后，视觉、听觉器官各自都有一些基础的方面（色彩感、协和感等），其发育是不依赖于言语器官的发育水平的，在一定程度上，三种器官的审美能力各自独立发育，而在整体上，它们又互相补充、促进，互相启发、增强。

对审美器官的培育，应注意到三方面的素质：灵敏度、活跃性和统摄力。灵敏度就是对细微差异的分辨能力，所谓敏感、精微，就是这种素质。活跃性就是联想、体验的积极状态，对语言艺术品的感受不停留在字面意义上，对造型、音乐艺术品的视觉、听觉感受不停留在直接感知的水平上，而能主动升起联想表象的兴奋和情绪体验的共鸣。统摄力就是对艺术品整体的把握能力，对各局部的印象能从记忆中回想得起来，彼此呼应，联成一体。当然统摄力的较大发展有赖于神经系统发育的成熟，对儿童要求不能太高，在切合实际的范围内，要求讲的故事、画的画、唱的歌达到艺术上的完整性，仍是十分必要的。

言语器官审美能力的培育方法，当然受到每种民族语言的特点的影响，要充分发挥每种语言固有的美的力量来启发儿童的审美感受。语言的美在哪里？不能误解为仅仅在音韵节奏之中，更重要的是在该民族语言的诗歌、文学、戏剧名著中大量积累起来的丰富的表象系统之中。具有审美价值的表象系统，无论在哪个民族的语言中，普遍表现出这样的特点：在指谓感觉对象的词意中渗透着情感的体验。例如，“霓为衣”、“风为马”、“明月松间照，清泉石上流”、“佩刀一刺山为开，壮士大呼城为摧”，每个词本身所指谓的，都只是与感觉对象相对应的简单表象，但它们

被组织在特定的表象系统中以后，却饱含着情感的意蕴。从作者说，表现浓郁的情感而不动用指谓情感的语词，从读者说，通过简单感觉对象的想象就受到强烈的情操濡染，这就是审美表现和审美感受的魅力所在，而表象系统的审美结构则是这魅力的秘密所在。培育言语器官审美能力的教育，要让受教育者由浅入深、由简及繁地掌握种种具有审美结构的表象系统，启发他懂得如何通过对感性表象的选择与统摄来领受并表达情感意境。

视觉审美能力的培育，要从发展色彩感、形体感、线条韵律感、质感、构图感等等直接感性方面的敏感性入手。在让学生欣赏美术作品时，不能局限于描述作品的题材、情节、思想等，而应该着重指出各种诉诸视觉的表情要素。为了更有效地发展视觉审美能力，学画画当然是必要的，但须注意几点：（一）对优秀造型艺术品的欣赏和自己画画两者的主次关系，应以前者为主，后者为辅，而不是相反。（二）就绘画范围来说，写生、临摹、构想画、图案设计四者的分量比例要得当；忽视临摹而过多写生的做法，对视觉审美能力的发展妨碍很大，造成这种弊病，有教育条件方面的困难，也有美术教育理论方面的谬误。用卓越的中国古典画论来校正这种谬误，相应地改善小学美术课的审美质量，是师范学校艺术学科亟须注意的一项任务。（三）在绘画之外，造型艺术还有广阔的领域，也是培育视觉审美能力的良好园地，其中有不少是学校条件下适宜学习的。在学校美术教育中发挥当地传统工艺美术的优势力量，也是改进美术教育的途径之一。

听觉审美能力的培育，要从发展节奏感、音调感、协和感、音色感、结构感等等直接感性方面的敏感性入手。节拍节奏的表情性能，与人的肢体动作有密切关系，在学前教育中，应配合唱游、舞蹈、体操、节奏乐队等活动来进行音乐的熏陶。对音调、音准、协和的敏感性的培育，常遇到较大的困难，这不但由于受

教育者的天赋在这方面的不平衡性显然大于视觉审美天赋的差别，而且由于音准对物质条件的要求总是苛刻的，在教学中常常达不到标准，无论教学乐器、播音设备还是教师的歌喉，各有各的难处，而在音准达不到要求的情况下，对音调、协和的敏感性及其相应表情性格的领悟能力（这些又正是音乐感的主要成分）的培养，就都落空了。因此，改善幼儿园与小学音乐教学设备的音准状况，就成为国民音乐教育中亟待解决的现实问题。为了准确地掌握和自如地运用音乐的各种要素，人类进行了长时期多方面的努力，发明了乐器、乐谱、音名、唱名，如何充分发挥这些手段的作用，而不是听任学生在音乐课上处于赤手空拳的被动状态，是学校音乐教育必须注意的问题。音乐欣赏的辅导，除了遇到物质条件上的困难，还有方法上的困难，笼统的解说对欣赏能力的提高并无多大作用，效仿辅导美术欣赏的办法那样指出各种诉诸听觉的表情要素当然是有益的，但这又不容易做到；较为切实可行的办法是，先从所要欣赏的乐曲中摘引主题旋律的完整乐段，教学生唱熟，然后在临欣赏前说明这旋律每遍出现时的音色、和声、表情特点，使学生有可能从多样中感到统一，依据统一来把握多样的变化。

美与美感从内容的性格特点来分，大致有四种类型：（1）优美——怡悦，（2）壮丽——惊赞，（3）崇高——悲剧性，（4）滑稽——喜剧性。在儿童的审美教育中，前两类宜于大量采用，后两类则应谨慎，注意适度。在悲剧性和喜剧性的艺术品中，或多或少总要包含一部分丑，在悲剧中那丑主要表现为，真的形式（客观必然性）违反善的内容（不合目的），在喜剧中那丑主要表现为，善的形式（主体活动）违反真的内容（不合规律）；但局部的丑又被艺术品整体结构及其他部分的美所否定，通过丑的衬托与对丑的冲突，美得到高扬，对艺术品整体的欣赏达到更强烈的审美享受。这样的享受，需要有较高的统摄力和较大的情感意

志强韧度为条件，否则就可能产生违背教育目的的反效果，如我们所常见的，儿童以摹仿反派或丑角为乐，在这种享乐中包含有美丑颠倒的认识，表现了审美态度上的差错，原因未必是那作品不好，而是儿童还未具备必要的准备条件就接触了它。那末是不是说，在儿童的审美教育中应当禁止悲剧和喜剧呢？不然。事实上，适度的悲剧性和喜剧性对于儿童的情感与意志是有益的锻炼，审美理想总是要通过同丑的交锋才发展到强有力的境地。如何给各种年龄的儿童提供各种程度的悲剧和喜剧，如何随着儿童年龄的增长而相应地加重悲剧、喜剧中所含丑的分量，使其经受越来越大的锻炼，这是审美教育的艺术。

艺术品是人类多种心理功能和谐运动的对象化。艺术品的感性外观（在语言艺术则是所唤起的各种感性表象）并不是认识过程低级阶段的感性素材，而是经过理解力和想象力在意志情感影响下积极活动所组织起来的感性构成体，尽管它的材料总要诉诸感性，它的结构却具有理性的水平，所以说它是人类理性活动成果的感性淀积形态。而且，艺术品显示人类本质力量的意义总是双重的，这是它作为精神生产产品的本性所决定的。当我们观赏体育运动、杂技表演、优质实用制品时，从主体活动或其对象化形态中看到纯熟地运用规律所达到的高度自由，从中得到审美的愉快，这种审美享受来自技艺所显示的人类本质力量；舞蹈、音乐表演和造型艺术品若仅能以其技艺的高超提供审美享受，就只能得到“匠气十足”的评价，不可能被承认为优秀的艺术品，因为精湛的艺术必须通过纯熟的技艺传达出深刻丰富的情感意蕴。换句话说，艺术活动必须透过个别人狭小的实践范围显示社会广阔的实践景象，必须将物质性社会实践活动的无比丰富的形式，集中、凝聚、体现、淀积于个别精神生产产品的规模有限的形式中。这两重性结构，作为多种功能全面均衡发展的心理结构的物态化，不仅提高了感性形态的审美价值，而且改变了被移植的现

实形式（通常的说法是“所反映的现实生活形式”）的审美意义，不仅物质性实践所创造的美的形式可以集中在艺术品中，而且立美活动的艰难进程（解决真与善冲突的各种努力）及其失败经历，也可以凝聚于艺术品的形态中而成为审美的对象。这样，艺术就不仅能以其优美或壮丽的姿态肯定立美的成果，而且能以那悲怆或谐谑的风貌推动人们去作否定丑的斗争，这斗争不是“破”，而是相反，调解真与善的冲突使其达到和谐的统一。这也正是审美教育的根本任务。[①]

此文首刊于《美学》第三辑，1981 年

① 本文是在李泽厚同志的支持、赞助下写的，有关论点请参看他的《批判哲学的批判》、《美学三题议》。

新时期美育展望

美，曾被认为是资产阶级的锦上添花。在给无产阶级雪中送炭的炭盆里，美育竟曾无容身之地。几十年来基础教育领域里的美育荒芜，叫我们在今天尝到了难咽的恶果。在高校培养人才的重担前，我们面临两种严峻的挑战。社会现象中的人格分裂：尽管具备关于道德的丰富知识，自我的感性现实存在却抵制道德的规范，反叛理性的强制。这以大面积的雄辩事实证明了，摒弃美育的德育何等苍白贫血。低趣味文化商品的泛滥：对高层精神产品缺乏鉴赏能力的大批青年，在审美的饥渴中不择而吞，无力抵御秽潮毒浪的冲击侵蚀。这凶猛势头的恐怖性表明了，偏离美育建设的娱乐生活可能演化为洪水猛兽。十几年来的高校和青工现状，持续地敲着警钟：废除美育的教育路线应该结束了。

重建美育是新时期教育的当务之急。

在这转折的关口，我们不得不对误导了我们这么长时期的理论谬误进行反思。

紧迫的建设任务呼唤着人才，我们根据人才需求制订了专业目标，又瞄准了专业目标设置了课程，但在专业的忙碌中我们竟忽视了人才本身的成长规律，忽视了适合人才成长规律的教学方式、方法、手段、规程的系统性探索，一再重蹈“揠苗助长”的覆辙。我们曾无视这样一条根本规律：高难度的智力劳动是需要有强活力的非智力因素支持的，冷静的理性活动是需要有热烈的

感性动势顶推的，抽象的运筹帷幄是需要有扑向千里之外的真切想象和亲临体验方能有效进行的，各种专业特长仅仅练就还不够，还必须有完善的人格风范来发挥它们。我们见过多少"有才不发"的惨剧。惨剧的根由是教育观的谬误，谬误的核心在背离了感性与理性交融合一的美育轨道。

在20世纪风靡全球的美学理论中，主张审美意识"无利害关系"的立论是一种有历史渊源的深重谬误。审美意识要求对感性现象加以重新体验，要让现象跟个人和集团的局部短暂利害拉开距离，转而从全社会全人类广阔长远功利尺度的高视角重新审视，以达到深刻的理解和通透的体验；为此，必须借助某些感性的媒体为传达手段，媒体在此的价值在于它诉诸人类感官的形式样态，在于形式的规定性、可变性和丰富性，在于表层感性形式对深层理性蕴涵的可传达性，在于形式结构催促创造性实践能力从萌生到高扬的遒劲发酵力，而这媒体在物质生产领域里原有的直接功利性因果联系则应暂时退居意识之外。对这一审美意识本质特征的多层面立体结构，西方现代美学理论竟简单化地用"无利害关系"来概括，并且越来越把它奉为"最大发现"和"真理先锋"。这一谬误的贻害所至，不仅把美学研究领进牛角尖，而且蛀空了美育大厦的根基，使美育工程的规划设计误入歧途，事倍功半。为根治百年痼疾，有必要重建美学，重建美育理论。

合规律性与合目的性重叠合一，实践的现实性与理论的普遍性相通相成，感性具体与理性抽象交融互补……等等美育原则，应当渗透贯穿于教育的全领域，这是美育建设的总体目标。同时，美育还有以密集状态独立存在的特殊根据地，这就是作为文化艺术修养的养成所而设置的美育课程：音乐要培养的是通过听觉器官的审美能力，造型艺术要培养的是通过视觉器官的审美能力，舞蹈培养的是通过全身运动觉的审美能力，这三科已受到较广泛的重视，但此外还不应忽视语言艺术和戏剧。在语言艺术

(诗歌、文学、朗诵剧等)里，语言不是作为实用性的交往手段和思维手段来运用，而是作为通过感性表象体系的想象活动以发展审美能力的艺术手段来传习。在戏剧里，多种感官综合激活，使审美能力得到全方位开发。这五类特性化的美育课程，主要任务不在传授知识，而在组织有丰满理性内涵的生动感性活动以吸引人全身心投入进来达到感性与理性的充分交融合一。假如侧重于知识传授乃至理论探讨，它们就转变成文化学、艺术学、美学课程而退出了美育工程领域。因此，这些课程的主体部分不是某种教程，而是某种习程，或者说，这些课程是有理论作导向、以知识为辅助的实践性习程。

高校在重建美育的伟业中负有双重历史使命。

每一所普通高校都面临加强美育的紧迫任务，须创造条件陆续开设上述五类特性化美育课程，或以课外社团活动弥补不足。对于大多数青年学生，这是抢救性的补课，它的紧迫性可用“救救学子”这一口号来表达。

但面向全体国民的美育建设必须从幼儿儿童做起，创建新时期普教美育体制才是百年树人的根本大计。在这系统工程中，高校负有多方面的责任。其一，为美育建设在理论上开路，在建设中保证其正确的方向方针，必须有文化学、艺术学、美学、心理学、人类学等人文科学的诸学科建设为龙头。能胜任这龙头的高校，数量少，但举足轻重。其二，艺术院校的人才培养应冲破自锁于专业技艺看家本领而冷漠古今艺术品深层内涵的割裂残缺状态，应高度重视各行各业专家的审美需求，关心每个公民从幼儿至青年各时期审美能力发育成长的规律，在自己的艺术劳动中不忘为普教美育积累切实可用的础柱砖瓦。其三，艺术师范院校要为组织美育师资梯队担当合格的带头人。梯队的基底层是幼儿园教师和负责培养他们的文化艺术素质的幼儿师范美育师资，其上有小学各门特性美育课程的教师和负责培养他们以及小学教师普

遍审美素养的中师美育师资，还有中学各门特性美育课程的教师和负责培养他们以及中学教师普遍审美素养的师专美育师资，其上才是艺术师范高校的学生和教师，各级人数比例要得当，教材教法研究要互通信息。无论那一级的师资建设，当前都来到了“校正奋斗目标”的历史性关头。为提高师资水平所必须进行的教育科研，首要任务是探索为高效率开发幼儿、儿童、少年、青年立美审美素质潜能所适宜采取的教学手段、方式、方法、程序，力争在这些方面的教育工程设计中冲破陈规，不断创新，达到高标准。为此，每一年龄段的验证性实施都是不可少的。只有这样才能杜绝师范院校科研拼搏的盲目性。艺术师范院校要带头抓好尊重人才成长规律的创新性设计与验证性实施相通相长的教育科研。

在神州大地兴建美育大厦，需要广泛持久的呼吁，更需要真材实料的工程。

此文首刊于《美育与美术教育文集》，1994 年

从未来教育工程谈课内实践环节

这次来听讲课，受到很多启发，得到很多提高。今天想谈谈有关未来教育工程的几个问题。

第一个问题，面向未来的教育和陶行知的生活教育及其进一步发展之间的关系。

目前世界上许多国家的教育家在探讨面向21世纪的教育。有人称之为未来教育。国家教委也设立了国家教育发展研究中心，是政策决策的咨询机构，在中心下面有一个未来教育研究室，对各地的超前实验教学成果进行研讨。未来教育，更准确地说是面向未来的教育。我认为，陶行知是我国未来教育的先驱。从世界范围讲，他也是屈指可数的超前进行未来教育探索的先驱者。因为他坚持从社会实践的需要出发，以社会实践的丰富内容来改造教育，使教育能肩负起推动社会进步的使命，他的思想是大大超前的。他所提出的生活教育、创造教育主张，今天进一步得到发展，晓风同志提出了创业教育。陶行知当初的主张，在今天看来仍然符合全世界未来教育探索的方向。

创造教育和创业教育的提法比未来教育更为明确。因为未来是个时间概念，它的实际内涵是含糊的，各人可以有各人的理解；而创业教育则指出了它的特征在于发挥人的创造力以发展社会。这是我的理解。

那末，面向未来的教育究竟是什么呢？在我看来是这样一种

教育制度，它能够使社会上每一个人的生理结构，和在此基础上的智力结构、意志结构、情感结构这三种对真善美追求的不同素质的社会化心理结构，以及彼此组合而形成的创造性实践能力，达到健全而完善的建立，和谐而充分的发展。这种制度能使每一个人充分发展能力，充分发挥创造潜能，能利用并发展全人类所积累的科技、文化、艺术成果，合理开发自然资源，投身建设并保卫一种人际关系和谐、人与自然和谐的新社会。

去年 11 月底到 12 月初，在北京举行了面向 21 世纪的教育国际讨论会。这个讨论会的主题思想是：学会关心。这“关心”包括人与人之间的相互关心，人对自然界的关心。会上提出了“保护地球”这一口号，多次谈到生态问题，认为生态问题是一个道德问题，生态意识是道德观念的组成部分，培养生态意识应成为基础教育的内容。会上还有专家指出，要建立新的面向 21 世纪的教育模式，离开了基础教育的更新是一句空话。

在与会学者们提出的一系列主张基础上，我现在提出七点建议：

（一）铺设早期教育网。这教育网，从形式讲，是成人教育或职后教育，开设的课程是父母课程、祖父母课程；从内容讲，是有关从负一岁到五岁儿童的教育问题。这项工作的开展涉及三个层次：一是组织设计。教育科研人员，卫生妇幼工作人员，横向协作把国际上先进的成果汇集起来，编成系统材料，包括文字和有声教材。二是推广指导。有一批教研员向广大家长进行推广和指导。三是实际实施。落实到一个个家庭。多少年来，由于年轻的父母忙于工作，孩子交给老人带，我国儿童普遍从老一代陈旧的教育下起步，这是一个必须正视的问题。如何使早期教育能面向未来，这是未来教育遇到的第一个关键问题。

（二）更新并推广幼儿园。在办不起三年制幼儿园的地区，至少保证每一个孩子能受到一年的学前教育。学前教育要发展幼

儿健康的意志、情感等非智力因素，并给予良好的智力启蒙，防止独生子女的自我中心倾向。如何开展这项工作？一方面要让各乡村自筹资金办幼儿园，另一方面要扩大幼儿师范教育，包括正规的职业教育和短期培训班等。

（三）中等教育与高等教育相对脱钩，改变中等学校学生流向，扭转片面追求升学率的局面。中高相对脱钩，就是让农村受到六年义务教育和城市受到九年义务教育的毕业生全部流入各种职业学校。大学的生源，一是中等专科学校、职业学校中的优秀生，一是已就业的青年职工、青年农民。对他们考大学的困难，可通过办大学入学前的预备班或预科加以解决。

对于盲目追求升学率的问题，要作这样的分析：升学的基础是升级，升级率高是教育质量高的表现，当然保证质量的前提是课程科学合理。经济建设需要大量中等技术人才，基础教育的毕业生大量进入职业中学、农业中学、中等职业教育网，这样的升学率是必需的，不能说升级升学的人数不多才好。问题出在大学教育及其入学条件尚未得到改革，它脱离体力劳动，而且大学数量极有限，这种状况下鼓吹争上大学就必然形成千军万马过独木桥，使大量青年以失败者的心态进入社会。这样的升学率拼搏是盲目的。要杜绝这一弊端，须从“相对脱钩，改变流向”做起。

（四）把职前培训、待业续读、在职兼学等一系列成人教育形式体系化。这工作很多实验县已在着手进行。

（五）按照地方经济发展需要建立中等程度的、项目丰富的职业教育网。职业学校可以是不同程度的，可相当于初中、高中、大专预科，以代替目前单一的普通中学。职业教育网不仅要满足经济建设需要，还要考虑满足文化、卫生、教育等多方面建设的需要。

（六）解决好普教和职教的衔接。在课程上，职教内容应有选择地渗透到普教中去。马克思的教育主张强调教育与生产劳动

的早期结合。今天我们贯彻这个方针，究竟应当如何实施？我认为在小学教育中应当加入一些手工训练的课程，可以结合当地优势的手工业技巧，也包括一些家事家务方面的训练；在手工训练基础上，再逐步发展机工、电工、机动车、打字机、计算机等现代技能。这项工作单靠学校来实现是有困难的，需要多方面配合。

（七）九年制义务教育的更新建设。义务教育目前面临社会信息量膨胀和学生精力、时间有限的矛盾。如何用有限的精力学到更多有价值的东西？这就提出了“范式”的概念，要求从大量的知识中提炼出量少质精普遍适用的范式，使学生在学习中充分发挥出探寻范式、运用范式的主动性，在驾驭范式、迁移范式上发挥很大的创造性，通过范式与动力的结合达到在减轻负担的同时提高程度。这就是构建教学法的指导思想。

以上是改革教育体制的七点建议。在最后两点中提到了动手能力和普遍范式两件大事。这些年来我在普教改革方面做的一些实验就跟这两件事有关。陶夫子的创造教育主张，包括了强调动手动脑并重。马克思倡导人的全面发展，认为消灭脑力劳动与体力劳动的分裂对抗，是消灭阶级对抗的重要条件之一，全面发展也必须通过强调实践环节与普遍本质力量的教育过程来实现。现在我着重谈谈我对手脑并用全面发展的理解。

陶夫子在 1938 年提出“全面教育”，将它列为全民教育的一项指导原则。1945 年陶夫子具体阐述了全面教育就是全面发展的教育，包括三个方面：一是智力与体力的全面发展，即心、脑、手并用，二是教育内容的全面性，学政治、学经济、学文化相结合，三是人的自然、全面、和谐发展的全面性，即健康、科学、劳动、艺术及民主所构成的和谐生活。

这里引起我们从理论上注意的一个问题是，在第一方面里提出了“心、脑、手并用”，这和陶夫子早年“手脑并用”的提法

不同。晓风同志要我从人类学、心理学理论的角度剖析一下这个问题。这是给我出了个考试题，题目好大，我试作答卷。

大家都知道，陶夫子从1921年开始提倡教学做合一，1925年提出手脑并用的主张，1928年他讲："劳心的人，劳力的人，其心与力都是劳而没有意识的。真正之做只是在劳力上劳心，用心以制力。"1932年他写了著名的《手脑相长歌》。从这条发展线索看，他是把"用手"同"劳力"相对应，把"用脑"同"劳心"相对应的。可是到了1945年，就发展为"心、脑、手并用"，把心和脑并列起来了。这是陶行知思想的深化发展。可能是由于他觉得，脑和手的提法似乎还不能概括人类创造性实践能力和道德自律做真人的一些重要范畴，在培养人的创造能力和献身精神的方法上还有些问题没说清楚，所以又添了一个"心"，这个"心"同他早期所提的"在劳力上劳心"的"心"似乎有不同的含义。可惜由于提出以后不到一年他就与世长辞，我们无法听到他对这一新观点的详细阐述。

"心"指什么？我想，陶夫子说的"心"也好，今天心理学和哲学认识论所说的"心"也好，都是借用中国古代的术语，就人类学和解剖学来说，这"心"当然不可能是心脏，而只能指神经中枢的核心部位，指脑的某个部位。可是仔细分辨起来，人们谈论脑或心时，实际上涉及了三个不同的层次，或者说，涉及脑的三个不同等级功能的部位。

第一个层次，是跟手的活动直接对应的运动神经中枢和感觉神经中枢。解剖学告诉我们，这中枢在大脑皮层上占的面积相当大，是人类区别于高等哺乳动物的显著特征之一。马克思主义唯物史观强调劳动在从猿到人过渡中的作用，是同解剖学发现的事实吻合的。陶夫子突出手的技能的教育，表现出他有自觉的唯物史观，强调在教育中要动手。手的动作是外部的，支配手的神经中枢即脑的相应部位的活动是内部的，任何人都必须首先经历在

中枢支配下进行外部动作的发育阶段，然后才能达到撤去外部动作，只出现内部活动，做想象动作的发展水平，这就是心理学所讲的“内化”。从这个对应关系讲，手和脑是不能分的，手的技能离开了指挥它的神经中枢即脑的相应部位活动的参与是不可能形成的，反转过来，手的技能锻炼也有力地促进脑的这一部位的发展。当然，在这里还不能忽略一个重要的事实，手的动作是跟工具结合在一起的，强调使用工具对人类本质的决定作用是马克思主义的重要观点，因此，讲到与手相应的大脑部位就要联想到，脑的这一部位对手的支配活动也是跟操纵工具的指令和对工具状况的感知紧紧地扣在一起的。

第二个层次，是跟言语活动直接对应的运动神经中枢和感觉神经中枢，以及相关的神经网络。言语运动器官，最直接的部分是唇舌腭喉，这些运动器官当然有相应的神经中枢支配着，但听辨语音的听觉器官中枢又同言语运动器官中枢交织起来，不仅如此，语言不能只有声音，声音仅是外壳，外壳必须通向语义，这才是更重要的，对语义的想象和领悟是言语和辨语过程中脑所承担的主要职能。这也就是说，在言语辨语过程中，脑的活动并不限制在言语运动中枢和辨语听觉中枢这两个局部区域，而是把神经兴奋脉冲沿着语义所编织的精细网络弥散到脑的各个角落。从个体心理能力来描述，这是言语能力的发生和发展，从社会群体间的信息交流工具这种精神财富的积累来描述，这是语言的起源和繁衍。语言在从猿到人过渡中所起的作用也是巨大的，恩格斯在论述从猿到人的过渡时指出：起先是劳动，以后有语言和它一起，是形成中的人向人过渡的两个主要推动力。随着人类社会的形成，出现了文字，语义的外壳就不仅有语音，运用语言的活动也不限于言语运动和辨语听觉，而是延伸到写字运动和辨字视觉，社会群体间的信息交流工具也进一步以书面精神财富的面貌积累起来，这是从外壳描述；而从内涵来描述呢，则出现了词汇

量的扩大、语义的抽象化、语法结构的复杂化、知识与律令的系统化等一系列语言文化现象。由于语言工具的外壳延伸和内涵深化，古代社会中自然形成了这样的分工需要，要有一个阶层来专职从事运用语言文字的活动，其余成员相对被动地接受他们活动的成果。这就是孟子所说的“劳心者治人，劳力者治于人”了。从以上的分析可以看出，所谓“劳心”的“心”，所动用的大脑部位是同言语、辨语、写字、辨字等外壳性说写运动器官、听视感觉器官的活动（为一侧），同想象语义、领会语法、理解知识与律令系统等内涵性认识器官思维器官的活动（为另一侧）相对应的。简言之，孟子所说的“劳心”可以解释为以语言文字为载体的用脑活动。而“手脑并用”这句话中的“用脑”，既然是同“劳心”相对应，自然也就是以语言文字为载体的用脑活动了。而“脑力劳动”这词中的“脑”，所指的也正是脑的这一部位，这一层次。在古代社会，大多数劳动者得不到用这部分脑的权利，在实行全民教育的今天，当然要让全体国民都有用这部分脑的权利和能力。这是陶行知“手脑并用”口号的民主主义内涵所在。而“并用”又强调脑力劳动与体力劳动相结合，更准确地说，是以语言文字为载体的用脑活动与以动手使用物质生产工具为载体的用脑活动两者并重协调，防止两者的脱节、割裂和对抗，这又是“手脑并用”口号的社会主义内涵所在。

第三个层次，是沟通、协调和统率手与言语两大运动中枢的总联合区。脑解剖学在本世纪发现，在大脑皮层的角回以及颞叶顶叶之下有一个总联合区，手与言语两大运动中枢的神经元的大量突触在这里交汇，又同来自视、听、嗅、味、触等感觉分析器的神经脉冲信息保持畅通。这个联合结构并不是人一生下来就有的，而是在习得使用工具和语言两类技能的发育过程中逐渐建造起来的，它以智力结构为前提而又超越了智力结构，把意志和情感纳入到超乎动物本能的社会化轨道而提高为超智力因素，可以

说是与人格相对应的大脑活动部位，是道德本体的生理定位区域。我想，陶夫子的著名对联“捧着一颗心来，不带半根草去”所说的“心”，创造教育所要开发的创造潜能，人之所以能够道德自律做真人，都是跟大脑活动的这一部位相对应的。

大脑中的总联合结构对于手和言语运动中枢的协调统率，这一概念为完整地理解人类本质结构提供了一个新的视角。迄今为止，人们对它所统率的两大中枢的重要性是明确认识了的。手是专职使用工具的器官，人类之所以超出了动物首先就在于能使用并制作各种各样的工具，马克思把工具称为“肢体的延长”，千万种物质生产工具是延长了的人类实践器官，形成一整套物质文明；随着外向的延伸，支配手和工具的大脑活动也同时纵深复杂化起来，这方面的研究向来是很不够的，对我们来说在很大程度上还是“黑箱”。但无论如何，这一层次对完满人格的建造是不可缺的，缺了它，就会出现鹦鹉学舌、说大话空话、乃至“语言的巨人，行动的矮子”等病症。在另一层次上，语言文字形成符号体系，这是人类言语器官的延伸，是人类创造的特殊精神世界，波普称之为“世界 3”，形成一整套精神文明。支配语言文字的大脑活动，自古以来倒研究得比较多，形成语义学、语法学、逻辑学、思维心理学、审美心理学等各种学科。这一层次之不可或缺是无须论证的。主张全面发展的教育家们，都强调这两个层次要均衡发展，不可偏废，陶夫子的“手脑并用”口号可以说是对教育史上的这一健康传统作了一个通俗简练的概括。但陶夫子并没有就此止步，而是从“手脑并用”深化发展到“心脑手并用”，他的教育哲学探索进一步指向统率这两个层次两大中枢的总联合结构。这是陶夫子对教育哲学、教育心理学的划时代重大贡献。

当然这仅仅是我个人对陶夫子后期思想的理解和解释，可能会被指责为臆造，如果确是误释，当然应当由我个人承受谴责。

那末是不是可以作为猜测所得的假说提出来？在两个意义上的假说：陶夫子后期有“人类本质三层次结构”的思想，是一个假说；在手运动中枢和言语运动中枢之上还有一个沟通、协调、统率两者的总联合结构，这是又一假说。这理论假说，是我二十多年来进行教学改革设计的指导思想，调动两大运动中枢以构建联合结构是教育过程中的总要求，在教学方法的设计上则具体化为“操作与言语的镶嵌”、“课内实践环节的精心设计”、“操作认知结构的自我构建”、“构建动势与普适范式的统一”等要求。我在《从感性认识向理性认识飞跃的奥秘》一文中曾强调：这个联合结构不仅担负发号施令的职能，而且本身是一个新的认识器官，这是与遗传生成的视、听、嗅、味、触等感性器官有别的、在实践过程中逐渐建造起来的理性认识器官。那篇文章的侧重面是在智力结构方面。现在我要在这里进一步阐发智力之外的方面、要强调讲一讲，这个联合结构不仅是一个认识器官，而且还是意志器官、情感器官之所在，不同素质的心理机制都要在这里汇合；由于美的规范对生理器官的重组，本能的欲望驱动在这里被改塑为意志，本能的快感痛感在这里被改塑为情感，在人的生理体格之上形成的智力、意志、情感三种分别与对真善美的追求相应的心理素质，都是以它为载体的，大脑的人格层也就是这样得到了充实。在陶夫子的“教人求真”、“学做真人”、“人生志在创业”、“造业自任”等教导基础上，晓风同志概括出“德育为本，创业为用”的教育原则，我认为从实质上讲也是把构建这统率两大运动中枢的联合结构放在了突出的地位。

基于以上的层次分析，我想讲这样一个问题：我们对于教育过程中自发产生的两种偏向要有自觉的意识，才能较好地防止偏倾，对我们四十多年来教育发展曲折道路的逻辑根由，我想作一个理论上的探究。这个问题可以从我们的历史任务——建设一个社会主义工业强国谈起。这个历史任务提出了两个不同层面的要

求，一方面要求建立一种超越手工业水平的技术经济的生产力实践系统，另一方面还要培养出相应的能掌握现代化科学技术的系统知识的人才，两者形成巨大的张力，向两极伸开，自发地导致分裂的可能。由于后一方面的要求，数理化教材体系膨胀起来，再加上原先固有的语文、外语等发展语言能力的课程还要提高水平，这些都是超出个人经验的、满足社会普遍需求的符号体系，在教学方法未能更新的条件下，就必然成为沉重的学习负担。如果片面强调这些，就会忽视并脱离实践环节。盲目追求升学率倾向的出现，是有这方面的逻辑根由的。与此相反的另一种动势则是，技术经济体系的大量活动是要求动手的。在这点上，毛泽东同志强调注重实际经济生活中的问题，要求把门打开，下乡下厂。但是这样一来马上就出现一个问题，如果把学校的系统教学撤掉，把学生搬到经济领域中去，使教学混到经济系统中去，那末，其机构是庞大的，运转是笨重的，代价是高昂的，效率是低微的。实施的经验证明，把生产和教育混在一起，是昂贵低效的办法，必须另谋出路。找出路要先区别情况：15 岁以后，即完成了基础教育之后，可在中专、大专、高校的工、农、医等科各专业设一定分量的专业实习课、让学生按计划到生产部门中去参加职业锻炼，作为校外实践环节来实施。但大量的基础教育内容，就必须有不干预生产部门也不受生产活动干扰的、自成体系的课内实践环节。由于缺乏这样的课内实践环节系列，长期以来就在闭门读书和开门办学两种偏向之间来回摇摆。

在陶夫子的著作里，也讲到了这个问题。他在《育才学校教育纲要草案》中有一段话："现在有两种弊病，一是将教与学的界线完全泯除，否定了教师领导作用的错误倾向；另一种是只管教，不注重学生兴趣，不注意学生提出的问题的错误倾向。前一种倾向必然是无计划随着生活打滚，后一种倾向必然是盲目灌输，学生被弄成烧鸭。"这两种弊病，他当时都看到了。但如果

把弊病发生的原因仅仅归结为教师的失误，分析得还不够深。如果没有设计出一套套能引导学生理解抽象概念的操作活动形式，能在培养动手能力方面开设出由浅到深、由低级到高级、从手工业过渡到大工业再到自动化循序发展的课程，这些问题是解决不了的。而这些设计的完成，是教师力不能及的。这是给教育科研人员提出的任务。而要最终解决这个问题，应有三方面的条件：一是在工具操作层次上，经过对手的技能作科学分析，找出系统化培养的途径，开出系统性的课程。二是在教学方法上，教学过程中，一定要有操作与言语两个层次活动的精巧的镶嵌，不能哑巴演戏，更不能鹦鹉学舌，要从说做交替发展到手口同步，要教学做合一。最后是在考试方法上，操作与言语两个层次要兼顾，不能只考符号层次的能力，还要考操作能力。现在除了在特殊学校有操作面试以外，一般学校都没有。考试制度的改革要解决这个问题。

关于道德教育的问题，晓风同志旗帜鲜明地提出了“德育为本，创业为用”的原则。我在这里想从“人类本质三层次结构”、“手与言语两大运动中枢之上的总联合结构是道德本体的生理定位区域”这一理论假说的视角提出几点要求。

第一点，要确立实践环节对德育培养的奠基作用。德育如果只在言语活动层次上反复，把说教和戒律背得烂熟，是苍白无力的，历代对伪善有过多少揭露抨击都可以做这句话的注释。行为规范的建立，常规守则的身体力行，在操作层次上构筑起严密的结构，这才是道德教育的立足点。我想针对我国国民性中的积弊，应当特别号召教育工作者注意劳动技能教育的严密规范、严格要求、严肃态度、严明纪律对于德育的强固支持作用，像毛泽东同志评价白求恩时所说的“对技术精益求精”，我认为可以毫不夸张地说：没有这，就没有共产主义道德！

第二点要求是，从早期开始就进行责任感的教育。这当然不

是说要过早地向儿童提出“国家兴亡，匹夫有责”这类分量很重的责任概念，而是说可以把造福社会具体化为身边实际的行为效果目标，例如对集体有益、制作品精美、作业正确优秀等等，并且更重要的一层意思是，要每一个儿童以他自己所懂得的行为效果目标为尺度，来衡量自己的行为，检查并改进自己的行为。增强后果意识，从行为效果的好坏来看自己行为的对错，这就是“省”，孔子说“吾日三省吾身”，这些年来我们爱说“反思”。可是这决不是说要把效果的坏跟动机的坏划上等号，老是忏悔自己起了坏心，痛哭求恕。就儿童的普遍情况来说，出于恶作剧心术歪而做出损人的事是少量的，大多数情况下是行为方式方法不妥而造成了坏的效果，用哲学的词语来讲，效果中的坏往往并非出于动机中的恶，而是来自方式中的丑。责任感就是基于对坏的敏感而强烈地希望消除这丑。我之所以要提请大家注意对责任感问题要防止落入理论的陷阱，是由于广泛存在两种谬误，一种是惯于把动机跟效果划等号而虚构冤案，另一种是用客观原因的罗列来遮掩和取消主观责任，这种分析方法其实是对历史唯物主义的严重曲解。我这里所强调的要自动培养的责任感，就是指，从小善于从自己行为后果的贻害方面追溯到自己行为中相对应环节的主观方面，并懂得为改变这种状况要作主观方面的努力。在这条轨道上，如果提出高质量的严格要求，那就能培养强烈的责任感。

第三点要求是，引导儿童学会道德评价、道德判断。这当然要运用智育的教材，并且是用语言文字为手段，在言语运动层次上进行的；但在此我又要强调言语活动指向操作活动建立联合结构的必要性，在学生班级课堂或集会上讨论道德评价、道德判断的时候，不能只讲古代和外域的正反面典型，还必须论及自己周围熟悉的人与人之间发生的行为事件。道德评价的选择和道德判断的构成须采用民主讨论的方法，这是为了聚集众人的知识智慧

达到对行为事件的全面了解、正确认识，而不是诉诸少数服从多数。评价与判断所依据的准则应当具有道德科学的客观性，无论对他人对自己，对长辈对幼辈，应当是一视同仁的，要让学生学会冲破个人和小集团的狭隘功利标准，以社会共同的功利目的为尺度。

第四点要求是，德育要树立一个高层境界的目标，使造福人类的创造成为欲望。创造性实践能力的培养锻炼属于智育的范围，但要达到使创造性实践活动成为精神享受而获得主动追求的内驱力，不是把劳动当作商品进行价值交换，而是要求通过创造性劳动实现人生价值，这种创造欲的培育就是德育的任务了。在创造活动中，总要建立一些新的形式，这些形式是美的具体化新样态。创造欲是要通过创造性实践中的体验来获得和积累的，道德行为完成后的成果于社会有益，是一种体验，因能掌握客观规律而以更高的效率完成任务所唤起的自豪和自信，是又一种体验，创造性活动所建立的既合目的又合规律的崭新形式使今后的活动得以在更高水平的美的轨道上运转，则是一种更为强烈持久的愉悦体验，这三种体验汇合起来，就自然会唤起欲望。简括地说，创造性实践“以美成善”是培植创造欲的土壤，而每个人在立美的创造活动之后返回来对自己的活动过程及其前因后果重新加以审美体验，则是为创造欲幼芽催生的和风细雨。

最后一个问题，精心设计课内实践环节的具体含义究竟是什么？我想举一些实例加以说明。

第一种实例是，幼儿园的智力玩具系列化和玩法设计。这里介绍一点国际信息，现在世界上再次掀起“蒙台梭利热”。蒙台梭利是意大利的幼儿教育家，虔诚的天主教徒。在她的世界观里有一个特别的看法，认为手所创造的东西体现了神的意志，而语言却都是人为的，因此她贬低语言的价值，而推崇手的活动。她在幼儿教育中特别重视动手的教育活动，设计了大量多种多样的

玩具。对于她的世界观，从整体上讲我们是不能苟同的，她贬低语言也是我们所不赞成的，但重视动手的教育，强调通过动手开发儿童的智慧，则是一个很有益的主张，她所设计的玩具大大丰富了幼儿教育中的实践环节，一再掀起的“蒙台梭利热”正是这些有益因素的影响所致。蒙台梭利有一句名言：“在幼儿园里，要有聪明的玩具，积极的儿童，消极的教师。”要让玩具能促使儿童在更高智力水平上动手，要让儿童更积极地主动动手玩，这两点无疑是正确的，她所设计的系列化玩具，我们可以引进，并加以发展。第三点我就不同意了，我主张把“消极的教师”改成“善问的教师”。意思是说：首先一定要让儿童在动手玩的同时尽量把自己的动作和玩具的性状用话说出来，而不要演哑剧，这就是我所主张的“操作与言语的镶嵌”；而同时，这些话又不应该是老师灌给孩子叫他简单地模仿背诵的，而是要让他自己经过边观察动手边思考造句，主动地说出来的，这就是我所主张的“多层综合的自我构建”；那末怎么才能实现这一点呢？关键就在教师善问了。我们在引进和发展蒙台梭利的智力玩具时，要为一套套玩具的一种种玩法列出一连串的问题，由浅到深，由简单到复杂，作为教案交给教师备课，这样就可以培养出“善问的教师”了。以上几个方面结合起来，就能形成幼儿园玩具玩法课的课内实践环节的精心设计方案。

第二种实例是，劳动技能课的设计。对于劳动技能课的重要地位和总要求，前面已经一再提到了。这里再对实施中的具体问题谈几点补充意见。首先要重申，全面培养劳动技能的系列化课程跟以经济效益为主旨的校办工厂或生产基地是两个完全不同的概念，校办工厂的产品种类是很局限的，若干道工序上所要求的劳动技能样式也是很局限的，有的甚至是机器运转的辅助，单调的重复，与劳动技能课的目标大相径庭。从经营出发必然是由生产条件决定劳动样式，从教育出发则要求反过来，为劳动样式设

置生产条件。这样的条件当然不是一所学校单独配得齐全的。有些城市现在采取了一个区办一所劳动技能中心学校的做法，全区各学校共同利用这些设备，共同聘任技术教师，统筹组织排课，轮流送学生去中心学校上课，这个经验可以推广。第二点，劳动技能课的上法，我们要急起直追。西德和日本早已积累了劳作课的系统教材，从工具的选择，各种使用方法，到工具同产品的关系，都细细写了出来，我们可以引进，再根据实际情况加以调整。第三点，在动手技能训练中，要提炼出适用范围较宽的动作样式进行基础训练，然后加以组合或变化。这种方法称为"范式演化"。这样就可以在千头万绪的动手操作方式中理出逻辑关系来，进行系统化的练习，增强技能的应变本领。最后，又要提到"操作与言语的镶嵌"，在缺乏言语镶嵌的情况下，动作程序的零乱、颠倒、误置是很难避免的，要让既定的程序达到熟练，或要对已有的习惯加以改变，都是相当艰辛的，这就从反面证明了言语对操作镶嵌的重要性。在中年级和高年级，操作程序不但要用口说，而且要亲自写成书面的加工单，按单子进行操作。这样方能以较高的效率达到技能结构的严密精致。

第三种实例是，在幼儿园和小学低年级，把感性操作跟理性操作衔接起来，并把理性操作的形式进一步用语言叙述出来，这是加速从感性认识向理性认识飞跃的重要方法。在幼儿园小班学习1、2、3时，手拿玩具或伸出手指演示"二加一"和"三减一"一对互逆计算，同时口说"二加一等于三，三减一等于二"。这是感性操作伴以言语镶嵌。接着出现书面符号排列成的算式"2+1=3""3-1=2"上下并列，学会读，边读边演示。但更重要的是，我们不让孩子们的操作停留在演示和列算式这个水平，而是紧接着就要求他们摆弄符号交换算式，把2+1=3改为3-1=2，或者逆过来。这样的操作，称为理性操作，实质内涵已经是代数性的推导。当孩子们经过亲自尝试找到了变算式操作的最

简洁形式以后，马上就要求他叙述这形式，然后教他一句歌谣：“头尾对调，加减改号。”学习带着手势朗诵这歌谣。这样，孩子们就很快在熟悉的水平上掌握了这个理性操作形式。伴以朗诵歌谣而动手掌握的理性操作形式是适用范围很广的范式，它给了孩子自由和自信，激发了抽象推理的主动性。以上是数学方面的一个小例子。在语文方面，也可以有相仿的做法。先做实际的表演，说出“姐姐拍球”，这是感性操作伴以言语镶嵌。继而出现书面的句子，学读句，学识字，学书空，边读边演。紧接着要求摆弄文字，把叙述句变成疑问句。疑问句的造法可以有几种模式，它们的共同点是把句号换成问号，另外的零件可以各不相同，可以“结尾添吗”，可以“主语用谁”，可以“宾语用什么”，等等。除了叙述句变成疑问句的变法，还可以有肯定句变成否定句的变法。这些都是理性操作，实质上已经是按语法变换句子，操作的形式也是适用范围很广的范式，能使孩子们更有意识地发展言语能力。理性操作的特殊本质在于用手的动作来处理符号文字的排列结构，使手跟言语两大运动中枢的活动交织起来，促进两者的协调和联合。这是一种对理性认识器官的发育有特别重要促进作用的课内实践环节，在这方面须要进行精心设计的工作面是很宽的，有待研究的问题是很多的。

第四种实例是，乘除数量关系教学中所用的四方阵。在幼儿园大班，四方阵是用实物摆成的，称为图像四方阵。摆阵时强调左右对应，左右两边摆的东西是一样的，但是显示出从不同的角度去看它们，右边的一个个筒只见外壳，因此要用“筒”这个单位名称来讲，左边的一个个筒能透过壳皮看到里面装的球，因此要用“颗”这个单位名称来讲。这样也就以极浅显的感性形式确立了“同名竖对，对应横对”的摆阵规则。一筒跟几颗相对应呢？不同的阵可以有不同的规定，但在一个阵里必须处处一致。在幼儿园大班和小学一年级时，阵的摆法严守这样的规格：只见

外壳的一筒一定放在右下角，这样一来，在跟一对应的左下角就看到一筒里装了几颗，它就是单量；在右上角则摆着只见外壳的若干筒，它就是份数；在跟份数对应的左上角就能透过壳皮看到若干筒里一共装了多少颗球，它就是总量。但是为了抓住范式的普遍性，我们不让学生说左右上下这些词，而强调横对、竖对关系，教孩子们边点阵边朗诵。“单量跟1横对，份数跟1竖对，总量跟1斜顶角。”“假如1筒对应于5颗，那末2筒就对应于10颗。”所面对和说出的单量、份数、总量的具体数，可以换。借助这样的方位关系，就准确地定义了单量、份数、总量三个概念。接着出现问题情境，缺哪一项就该用什么样的操作来找出答案，这样就给出了乘、等分除、包含除三者的操作定义。缺总量时，要根据单量、份数进行乘操作；缺单量时，要根据总量、份数进行等分除操作；缺份数时，要根据总量、单量进行包含除操作。于是也就可以在三种操作之后练习从一个图像四方阵以“点方位说式子手口同步镶嵌形式”说出一乘两除三个算式。作为这些操作和算式的概括，要求孩子们从一个图像四方阵自编一句小九九口诀。因此，全部小九九口诀都是让学生自己编出来的，每句口诀都有充实的操作内涵，一句句口诀分别跟图像四方阵和乘除操作内化的认知结构紧扣，练习一看图就说出口诀，之后才理成系统，练习背诵系列口诀。这样就彻底改变了被动接受、死记硬背的旧教学法。利用图像四方阵，还为小学一年级下学期学习分数乘除铺设了平坦的通道。大家知道，以往的小学数学教学用“相同加数求和”引进乘概念，一到分数等于1或小于1时就行不通了，使小学生在五年级学分数乘除、百分数乘除时遇到了改造旧模式顺应新知识的巨大艰辛困难。图像四方阵就没有这样的局限性和弊病，阵上突出的是左右两侧的对应关系，把集合论“映射”的普遍性本质用形象手段显示出来，对应不但适用于整数的乘除数量关系，而且适用于分数、小数、百分数的乘除数量

关系。有了图像四方阵这样的实践环节，分数乘除即使是下放到小学一年级下学期，学生也不会感到困难。

大家可能会纳闷：小小的四方阵，你为什么要花那么多时间来讲？在这里我要作一点说明。讲到“范式的普适性”，四方阵是一个最鲜明的实例，它的适用范围之广是令人惊讶的。几何学的比例线段，三角函数概念和关系式，解析几何各种表达式的沟通转换，借助四方阵都能大大简化，大大减轻负担加快进度。物理化学等自然科学学科中的概念和定律，许许多多计算公式，用四方阵来表达都会变得简明易懂，使概念的清晰和计算的便利得到兼顾互补，因而理科教材也能大幅度减轻负担，下放到小学阶段。在小学打基础的阶段，四方阵不但使分数乘除教学能下放到一年级，而且使比例教学能下放到三年级，使多步乘除应用题能同比例解法自然沟通，使四则混合应用题教学能同一次方程应用题教学互相融合。有这样广泛普遍适用性的范式，起步的时候却可以用游戏的方式让幼儿园大班的孩子们掌握，这很生动地说明了，“精心设计课内实践环节”这件工作对教学改革有多么重要的意义。

第五种实例是，汉语拼音方案教学中的“汉字字音拆读入座”教学法。汉语拼音方案对提高小学生自学能力，扩大阅读量，起了很好的辅助作用；但随之而来，给小学一年级的语文教学造成了新的负担和困难，却是长久以来没能解决的。儿童学认无意义的字母比学认有表意功能的文字困难得多，兴趣也淡得多。儿童兴冲冲踏进小学，头两个月就学一大堆不能表达确定意义的声母韵母，就像当头浇了一瓢冷水。对这个老大难问题，我提出的对策有三条：（一）在幼儿园里学认几百个汉字；（二）用已认识的汉字带出汉语拼音方案；（三）采用“汉字字音拆读入座”教学法，让儿童通过主动的操作实践，在幼儿园大班就掌握汉语拼音方案。关于第一条对策，这里就不细说了，原则是，练

说话和练识字相交替沟通，以整体带领局部，大体上是，在幼儿园小、中、大班，通过讲故事、做游戏、看图画等生动情境，在言语活动中酌量出现有关的汉字，在认读时，穿插练习边念笔划边书空，在三年时间内，陆续认识七百个汉字。第二条对策，用汉字带出拼音方案，所采用的教具学具是“兔耳字牌”。以往教识字通用的字牌，正面印有汉字，反面印有彩图，仍然沿用；在这基础上，我们在每张字牌顶上安上两扇像兔耳朵一样的纸条，左耳朵根部写声母，右耳朵根部写韵母。遇到零声母，左耳朵留空不写字母，Y、W两字母写在右耳朵上。两扇耳朵可以分别从背后翻起来，也可以一起翻起来。孩子们复习已认识的汉字时，做这样的“拆读双拼”练习：先读出字音，接着把这字音拆成声母和韵母两部分，韵母是带声调的，念声母时翻起字牌顶部后垂的左耳朵，念韵母时翻起字牌顶部后垂的右耳朵，然后进行双拼，把两扇耳朵同时翻起来，重新读出这个字音。在这样的练习里面，已经包含了“汉字字音拆读”这一部分程序，只差“入座”了。下面着重解释“入座”是怎么回事。所谓“入座”就是要在声母表或韵母表里找到座位，让这字牌进入自己的座位。有两种做法：一种做法是抓住这个汉字的声母，在声母表里找到这个声母的位置，把这字牌装进这位置的小口袋里；另一种做法是抓住这个汉字的韵母，在韵母表里找到这个韵母的位置，把这字牌装进这位置的小口袋里。声母表和韵母表的结构，这里不能展开细讲了。简略地讲，声母表只有一张，21个声母分6行写；韵母表分为三类，共14张，每张带有不同的声调、介母和变化写法。要强调的是，表的排列形式是否科学，是教学能否提高效率的关键，所以这15张表的排列形式都必须根据语音学、声韵学的科学方法，经纬合理，类别明确。声母、韵母的科学排列形式给孩子们提供一个逻辑严谨的参照系统，使孩子们能通过操作，从一种整体性很快转入另一种整体性。在字音拆读之前，孩

子们对语言的感知处于感性的整体性中，一串句子所表达的情境是一个感性的整体，把句子分解成一个个字以后，虽然分解了这个整体，但由于汉字的表意功能，字音字形跟字义胶结在一起，字音的各要素还能通过字义跟情境整体沟通；一旦对字音进行拆读，从字音里分解出来的声韵局部零件就从情境整体里散落出来，孩子们的注意点转到局部性的、无意义的语音要素和字母形状，但对它们的认识只可能是孤立的，零散的，彼此没有联系，无法形成系统，这种处境对孩子们的心理发育是颇为不利的，应当尽可能缩短这段时间。“入座”的游戏就调动起孩子们动手操作的主动性，把他们引入对语音要素进行分类排序的动作性思维中去，在头脑中建立起对语音要素的系统化理解，达到拼音方案领域中的理性整体。这就是“汉字字音拆读入座”教学法之所以能提高教学效率，变被动强记为主动构建，在幼儿园大班完成汉语拼音方案教学的原因所在。

第六种实例是，物理教学中分辨质量与重力两概念的简易实验。物理教学应当是重实验的，在未来教育中物理教材大幅度下放到小学以后，更是如此。实验过程，当然也是一种精心设计的课内实践环节，对这方面的设计要求，我提出三点原则性的建议。第一点，课上的实验尽可能不形成“老师做学生看”的格局，而要尽量让每个学生都有机会亲身参与实验操作，因为通过动手操作所获得的感知和理解，是凭观察得不到的。第二点，对量的测定不要过分苛求，实验过程中的注意点应当着重放在把握概念的规定性。物理概念是对事物某一属性的抽象，达到这种抽象的途径是，用某种操作作用于对象物而引起某种结果，从中感知某种因果联系，把这种因果链跟其他现象区别开来，从混沌的整体中把它抽象出来。达到这样的抽象是不靠量的测定的，过早注意量的测定和数量计算，反倒会干扰建立概念的抽象化心理活动对物理属性的确切专注，在以往的物理教学中常常发生把物理

教学数学化的错误，往往就是在这种心理规律的作用下自发地形成的。第三点，言语和操作的镶嵌关系应当在设计中得到充分注意，言语活动可以以教师提出启发性问题的方式插入进来，引起学生在操作过程中自己寻找回答的内心言语活动。在这三点原则指导下，举例说，我们可以在小学三年级的课堂上组织一种人人都参与的实验，使学生通过操作中的感知把质量和重力区别开来。用四个篮子，两个放在地上，两个吊在高架子下；地上的，一个篮子里装草，一个篮里装砖，吊起的两个也是这样。让每个学生前来连续做四个动作：分别提一提地上的两个篮子，分别推一推吊着的两个篮子。事先，教师提几个问题：提篮子时，感觉到篮子对于我的手的作用力是往哪个方向的？推篮子时，感觉到篮子对我的手的作用力是往哪个方向的？地上的篮子，哪个更沉重？吊着的篮子，哪个更笨重？提篮子时，假如提起来以后不动，感觉怎么样？推篮子时，假如推了一下就停止不推，感觉怎么样？通过亲身参与操作，每个学生都能感觉到两种力的区别：地上的篮子作用于我的力是离我往下的，提着不动它也往下沉；吊着的篮子作用于我的力是朝我横着过来的，我推它用的力越大，它顶我的力也越大，我不推它，它也就不顶我了。全体参与实验之后，经过讨论，就能把重力和质量这两个概念区别开来了，对质量这一物质根本属性的抽象就能完成了。值得注意的是，在这样的实验设计中，完全不要求测定质量的数值和重力加速度或力的数值。不做这样的测定，并不妨碍重力与质量概念的建立，相反，倒会让抽象化的思考活动完成得更轻松更顺利。如果在实验中提出这些量的测定要求，就不是一般小学的设备和三年级学生的能力所能胜任的了。另一方面，对实验的设计还强调这么一层：操作之前的提问，过程中的自问，之后的讨论，它的重要性并不次于实验条件的设置和实践活动的运作，言语活动的介入能使感觉器官在实践过程中朝着合乎教学目的方向开放，体

验得更加敏锐。不但如此，实验操作中会有一些现象是学生无法感觉到的，但对它的认识却又是完整正确的认知结构所不可缺少的，这样的不足就只有靠教师用语言来弥补了。例如，刚才所举的实例中，“力总是双向并存的”（牛顿第三定律）这一事实。孩子们只能在推篮子时对这一点有所感知，我推它有多猛，它顶我也有多猛，但在提篮子时，对于篮子与地球之间相引的双向力就无法全面感知了，孩子只能感觉到篮子下沉的力，也就是地球从地心方向对篮子的引力，却不可能感觉到篮子同时对地球向上引的力，更不能设想篮子向上引地球的力竟然跟地球向下引篮子的力一样大。学生在参与实验之后仍无法排除的这种经验缺漏，只能靠老师及时用语言加以分析解释，予以补足矫正了。这是在精心设计课内实践环节时应当预见到的。

第七种实例是，对各种化学元素的原子核外电子轨道壳层结构的象征性表演。原子的核外电子轨道的壳层结构和其中能级高低的数理规律，原先是高中的课程，在面向未来的综合构建法教育工程设计中竟把它下放到小学三四年级，这使一般的理科教师感到不可思议，近乎蛮干。是否可行，关键在于能否达到可操作性。可是，微观的规律又怎么能是可操作的呢？这里设计了一种与实验完全不同的课内实践环节，它由三种不同的操作方式互相衔接而构成，从总体到局部，从朦胧到细致，从隐含到显露，从简易到繁多。这三种方式可以概括为：能级模型，原子扑克，化装表演。能级模型既可以制作成立体的多行多层台阶，也可以画在纸上像一座下层窄上层宽的奇怪楼房，每间房都画成平行四边形，向左倾斜，第一层有一间，第二层有两间，第三层有三间，第四层有四间，第五六七层像是没有建好右边开间的楼层；在所有的房间空格里分别写着 2、6、10、14 四种数字（正好是 1、3、5、7 的两倍数）。面对这模型，让学生伸出左手食指，从右下角往左上角划一条条对角线，一条比一条高，互相平行。在这

个简易的操作形式里，已经隐含了电子轨道壳层结构的总体规律，尽管孩子们对具体内容的理解还是朦胧的，但对规律的总体轮廓却是一清二楚的，就像看遥感图像所得到的信息一样。在画平行线操作的基础上，紧接着让言语活动镶嵌进来，边画线边断断续续说："一层满，到2号；二层满，到10号；三层满八，到18号；四层满八，到36号；五层满八，到54号；六层满八，到86号。"这样的动作带口说，三年级小学生在一小时内就可以达到熟练，第一种操作方式的练习到此就完成了。接着就转到用原子扑克进行排序操作。每张扑克牌上印有某种元素的原子序数、元素符号、名称、原子量等，牌的中央印有跟能级模型的奇怪楼房一样的一张图，只是斜方格子里所写的数字不同于能级模型，而是表明这种元素的原子的核外电子轨道壳层实际填充的具体情况，一张牌一个样，各不相同。用原子扑克可以做许多不同的排序操作练习，其中第一个练习就是，挑选出第2、10、18、36、54、86号六张牌，从上到下排成一个竖列，一排好，马上就从牌上读出一句口诀："氦氖氩氪氙氡"，这就是惰性气体族，也就是周期表上的"标杆"。有了"标杆"，往后可以在标杆左右，或横或竖"接龙"，做各种排次序念口诀的练习。每一种排次序念口诀练习，都可以引出一串化装表演。让每一个学生都有机会选用道具象征性地扮演某种元素的一个原子，使物质的微观结构化为亲身的操作体验。道具有这样三种：（一）头饰，每个头饰上面写有原子序数，元素符号，元素名称。（二）腰胸带，每种颜色的腰带或胸带代表电子轨道的一个壳层，带上缝有一定数量的金属环，金属环的数目跟壳层可容纳的电子数目吻合，代表第一壳层的红腰带上有2个环，代表第二壳层的橙腰带上有8个环，代表第三壳层的黄胸带上有18个环……当某一壳层是最外层时，腰胸带系在两肩周围。当它不再是最外层时就围在腰或胸的周围，自下而上一条条并列。（三）小红球，代表电子，每

个球上安有一个扣钩，可以扣挂在腰胸带的一个个金属环上。学生只须根据某张原子扑克上印着的符号和数字，就可以选取这三种道具里的某些品种若干件，进行化装表演。以这样的元素原子扮演为基础，往后还可以发展到表演共价键、电离键、单质分子、化合物分子、元素离子、基因离子等等。只要在三年级练熟了这类表演，从四年级起就可以使用国际通用的分子结构模型，在化学课的课上课后进行构建操作练习了。

以上举出了七种实例，目的是想让老师们对“精心设计课内实践环节”这个口号能从好多不同的角度想象它的具体内涵，这些例子所涉及的领域实际上还不及未来教育工程包含课内实践环节的全部领域的十分之一。很抱歉，已经占了大家太多时间，不能再耽误大家的工夫了。许多例子讲得不够清楚，让大家听得很费劲，请大家原谅。有不当和错误的意见，请大家批评指正，谢谢大家。

1990 年 4 月 26 日

此文首刊于《陶行知教育思想与合川教育整体改革》

《综合构建幼儿数学》的教学原则

《综合构建教育新体系的研究与实验》课题的第一阶段成果自1993年通过国家教委级专家鉴定以来，常有教育科研人员谈起，其中的《幼儿数学》部分已在各省幼儿园教师间有所传闻。许多家长也好奇地问："什么是综合构建幼儿数学？"回答这问题时，假如把6个学期的教学内容罗列一遍，恐怕不会让人有所了解，反倒会引起误解。还是向大家介绍这教学法所提倡的观念和原则吧！

操作领先，言语镶嵌

操作，就是以动手来带动全身肢体驾驭学具的活动；言语，就是以动口表达来运用语言带动思维的活动。综合构建教学法认为，操作应当处在领先地位，言语应当紧跟着操作，同操作密切镶嵌，互相结合。

举例讲："一加一等于二，二减一等于一。"这句话假如仅仅让幼儿模仿成人说，即使能够背熟，对于幼儿也没有意义。如果教幼儿伸出双手食指来演示，教幼儿参与"双盾牌"游戏，在演示和游戏过程中说出这句话，那末，由于有了操作领先，又让言语活动镶嵌其间，情况就不同了，孩子们不但懂得了这话的意义，而且玩得兴味盎然，反复进行也不厌倦。幼儿的智能结构就

在这样的主动活动中得到了构建。

操作可以向言语传递，言语又可以返回来向操作传递。当幼儿伴随手势演示和双盾牌游戏说熟了“二加一等于三，三减一等于二”这话之后，就可以引导幼儿通过“活字排版”活动建立书面的算式：2+1=3，3-1=2。这时，言语活动指导着并转化为操作活动了。言语活动本身也就得以从“说”上升为“读”了。

“活字排版”这种操作，不同于感性水平的手势演示，我们称之为“理性操作”。这种高一级水平的操作，经过发展，又可以向更高一级的言语传递。我们引导幼儿通过尝试发现，2+1=3和3-1=2这两个算式是可以来回变换的。变换加减算式的操作，是“理性操作”领域内发展到较抽象程度的活动。通过这活动，幼儿不难发现这变换方式中的规律，教师就引导幼儿用歌谣把这规律说出来：头尾对调，加减改号。这时，高水平的操作又向更高水平的言语传递了。在达到这水平时，“操作言语镶嵌”这原则仍须牢牢坚持，带领幼儿练习朗诵这歌谣，必须要求他们伴以调牌翻牌的手势动作。

丧失“操作领先”，就成“鹦鹉学舌”；丢掉“言语镶嵌”，就成“哑巴演戏”。这两种弊病，都割裂了完整的人类本质结构，造成残缺，都不能培育健全的人格。

理性认识器官从无到有

感性认识器官，是人们所熟知的：眼睛有视觉，耳朵有听觉，鼻子有嗅觉，舌头有味觉……这些器官，是生来就有的，后天进一步发育。这些器官也是人类和许多哺乳动物所共有的。

但是人们往往忽视了人类所特有的理性认识器官，这器官的核心部位是：司手与肢体运动的中枢神经，司说话活动与语义想象的言语运动中枢神经，这两大中枢互相联结而形成的总联合区

神经网络；来自各种感性认识器官的信息（视、听、嗅、……）输进这联合结构，形成理性认识器官的外围。任何个人生下来时，大脑有大量备用的神经细胞，但这些细胞还没有结成这样的网络，因此也不具备理性认识器官。每个人类个体，只有通过学习使用工具（玩具、学具），学习使用语言，通过这样的主动活动，才可能构建自己的理性认识器官。这就是说，理性认识器官经历从无到有的生成过程，并不是在胎儿期，而是在出生之后，是在后天的操作言语技能学习活动中；假如不能在早期教育中经历这“从无到有”的萌生，那也就谈不到往后“从小到大”的发育。

由此可以看出早期教育对于人类本质结构建立过程的重要意义。

由此也可看出“操作领先，言语镶嵌”原则对于完好人格构建的重要作用。

数学认知结构的三个层面

用传统认识论的方法来分析数学认知结构，往往只注意到感性、理性两个层面的不同，而忽略了在理性范围内还有算术（具体数概念）和代数（概括性概念、逻辑关系）两个层面的区别。甚至有不少专家认为，代数层面的认知结构，连小学生都不可能具备，幼儿时期更谈不上。其结果是，用大量算术练习排挤了代数认知能力的培育。林嘉绥教授曾谈到：“通过我们对1093名平均年龄6岁3个月儿童的测试，发现：他们入学前已较好地具备了小学初期的数学知识，但学习数学的思维能力的发展明显不足。……幼儿数学入学准备……重点应是培养小学数学学习所需的思维能力……突出现有数学内容中的数量关系……数量关系反映了数学知识结构中的规律性，幼儿初步理解数量关系，既能促

进思维抽象能力的发展，又能运用这些规律进行推理获取新的知识。”

为了有效地培育数学思维能力，必须从理论上明确数学认知结构的“三层面”。以1、2、3三个数的概念为例，第一个层面是实物形象的感知，摆弄实物的动作，能通过视觉和动觉来区别这三个数。第二个层面是运用语词符号来指称具体数概念，来表述具体数的相互关系，能根据事实说出“二和一组成三，三可以分成二和一”这样的语句，能根据事实列出“2+1=3”、“3-1=2”这样的算式。这就是算术层面。第三个层面是运用概括性的语词文字来表述数之间、算式之间的逻辑关系，能根据事实说出“这部分和那部分组成总量，总量可以分成这部分和那部分”这样的语句，能根据事实列出“这部分+那部分=总量”、“总量-那部分=这部分”这样的公式，能讲述“从总量里，减去这部分就剩那部分，从总量里，减去那部分就剩这部分”这样的互换规律，能运用（反映规律的）歌谣来变换算式或公式。这些，就是代数层面的思维活动。

“三层面”是互相补充的，缺了哪层都会给智能发育造成障碍。

动力发自个体，范式取自人类

每个幼儿要靠自己的主动活动来构建自己的理性认识器官。究竟怎么构建呢？这问题引我们思考一对辩证范畴：动力从哪里来？范式从哪里来？

构建的动力，必须发自个体。在教学游戏活动中，必须让孩子做玩具学具的主人；千方百计从每一个孩子的身心内部把活力调动出来，唤起孩子的好奇心、兴趣、好动的天性、表现欲、表达欲、好胜心、自信心……让幼儿不断地体验到做玩具学具主人

的自由感和成功感。

构建的范式，必须取自人类。在智能游戏活动中所用的材料，例如说出来的语词，看得见的数字、符号、文字，当然都是人类世代积累的文化成果，用这些材料建立的结构，例如具体的算式，概括的公式，含字母x的方程，解方程所用的要领和连等长串式子……无一不是从人类知识宝库里提炼出来的。只有这些普遍适用的范式，才能保证幼儿的智能活动到处取得成功，因而返回来大大激发幼儿智能活动的动力。

欠缺了发自个体的动力，就形成“填鸭式”，使孩子们的创造潜能遭到压抑。不引进取自人类的范式，就形成“自由化”，使孩子们的探索热情白白浪费。这两种偏向，都降低教学效率。

发自个体的动力与取自人类的范式辩证交融，才是智能高效发育所遵循的轨道。

智力因素与非智力因素相互促进

得不到良性非智力因素的支持，往往是智力潜能调动不起来的原因，幼儿年龄越小，这种情况越明显。因此，在设计智能游戏程序时，要十分注意运用诱发良性非智力因素的教具、学具、教学语言、动作样式。例如，教具学具应色彩鲜明，造型整齐，能以艺术魅力吸引孩子。跟幼儿说话不要拖拖沓沓，语调平板，没有强弱松紧变化，不带手势动作表情，也不要听任幼儿坐姿懒散，步履迟缓。当我们引导孩子攀登智能陡坡时，既不要过早地把答案告诉他，也不要用不恰当的问题干扰他的探索，要利用教具学具来暗示答案，使孩子不难通过观察清澈见底。孩子一旦观察到，就要鼓励孩子大胆尝试，表扬他的勇敢；如果出错，在纠正错误的同时要树立孩子的自信心。

智力因素与非智力因素的相互关系，还有另一面：当幼儿付

出辛苦建立了某些智能活动范式之后，要及时运用这成果提高他的非智力因素，使两者交融互补，上升为超智力因素。例如，当孩子学会了变换加减算式的三句歌谣，就要让他自由迁移运用，每遇到新鲜的算式，就提醒他试着变一变，这样，歌谣的普遍适用性就会不断地给孩子带来成功的喜悦，增强他的自信心，对新知识毫不畏惧，能体验到乐在其中，因而萌发强烈的求知欲。这求知欲已不同于最初的好奇心，而是在受到智能结构改塑之后，非智力因素发育成长所达到的新高度。这也就是超智力因素的萌芽。

以多手段调动多器官，以多学科构建多素质

围绕“构建”这概念，以上作了多方面的解释。那末，“综合构建”这词里的“综合”，究竟是指什么呢?

“综合”可以简括地表述为“四多”：主体方面的多器官，与对象方面的多手段相对应，多手段向远处延伸，引向多学科，多器官的立体化结构向内部纵深发展，导致多素质。

综合构建法教学程序，要求让每个孩子的四种重要器官交替地处于积极状态：视觉器官，听觉器官，手与肢体运动器官，言语与想象运动器官。为了调动每种器官的积极活动，必须使用相应的教具、学具、语言、游戏，这些就是相对应的多手段。

为了避免某些器官过于疲劳、某些器官闲置退化的弊病，在教学过程中必须合理地轮流交替使用不同的手段，使不同角度的信息互相传递，交织成立体化的信息网络，从而使幼儿的不同器官交替兴奋，互相诱导，互相联合，全面投入，构建起立体化的神经网络。

多手段的选用，不仅唤醒了多器官，同时也把幼儿引入某些智能结构的范式，这些范式本是从某些学科里提炼出来的，幼儿

一旦掌握它们，也就沿着这些轨道踏进了相应的学科知识领域。手段的多样化，就引向学科的多面化。就幼儿数学一科来说，所呈现的多学科面貌是，包括了算术（口算、珠算、笔算的活字排版变体）、代数、几何、逻辑。把综合构建原则运用于其他科目，在每种科目内部就都会呈现多学科互补并存的状态。

多器官的诱导联合，在头脑中枢部位总联合区神经网络里运行的神经脉冲就不限于单纯以语词符号为载体的智力活动，智力活动孤立单薄运行的局面就解除了。在多器官兴奋活动积极投入下，情感的积极性得到了加强，出现了兴致勃勃、孜孜不倦、乐在其中的情绪状态；同时，意志活动也积极参与了，出现了自信、不怕难、不叫苦，能发挥灵活性摆脱困境，能不慌不忙突破难点等意志品质。这就导致了完好人格所需要的多种心理素质的综合构建。

1997年4月

此文首刊于《启蒙》1997年第8期

创造教育的心理学剖析

党中央已将提高全社会创新意识和国家创新能力确定为我国实现跨世纪发展的航道主轴。全民普及教育肩负着为全民族创造素质的培育奠定基础的重任。为能胜任这一使命，建立培育创造能力的教育机制将成为教育改革的中心目标。本文拟从教育心理学方面提供若干思路，供专家与广大教师参考。

一　对创造活动的心理学描述

先来回顾一下，心理学家和教育家曾经怎样描述"创造"。

1879 年在德国创立近代实验心理学的冯特（Wilhelm Wundt 1832～1920），曾提出"统觉"假说，他重视对联想进行实验研究，认为联想从属于意识的特殊综合动作——统觉（apperception），而创造性联想则是把各种要素组成一个整体的综合统觉。这一创造性综合的统觉假设也称为"创新结果原理"。

1921 年在德国创立完形（Gestalt）心理学派的韦特海默（Max Wertheimer 1880～1943），曾提出"顿悟"学说，认为像组合和重组这类解决问题的方法，是把问题作为整体结构来看待的，完形不断改组，直到领悟（einsehen）了事物的内在联系，打破旧完形，萌发新完形，问题得到解决，这就是创造思维。

1924 年，英国学者华莱士（G. Wallace 1858～1932）把科学

研究中的创造过程概括为四个时期：（1）准备期，包括确定研究主题，作物质和技术准备，进行试验性探索；（2）孕育期，即思想上的、思维中的酝酿期；（3）顿悟期或明朗期，指直觉或灵感的显现；（4）检验期，即进行逻辑的、实验的验证。此后，想象、直觉或灵感在科学创造活动中的作用更受到研究者的关注。

1927年，中国教育家陶行知在晓庄寅会上借用王国维在《人间词话》里描述事业、学问、审美创造的三境界来概括从事创造活动的三个阶段：（1）悬想，相当于第一境——昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路（引自宋代晏殊《蝶恋花》）；（2）苦索，相当于第二境——衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴（引自宋代柳永《蝶恋花》）；（3）顿悟，相当于第三境——众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处（引自宋代辛弃疾《青玉案》）。

区别于推理逻辑思维的顿悟直觉思维，在创造过程中，在发现和发明过程中，在艺术创作活动中，都发挥重要作用。这是许多心理学家的共识。钱学森在1984年鲜明地指出：形象思维或直感思维应该是我们当前研究思维科学的一项最重要的任务；人的创造思维过程决不是单纯的抽象（逻辑）思维，总要有点形象（直感）思维，甚至要有灵感（顿悟）；这三种思维都是思维科学的基础科学，也可合称之为思维学。

二　培养创造能力的教育探索

早在本世纪二十年代，世界和我国近代创造教育的发轫阶段，陶行知就倡导创造教育。由于洞察到社会创造力是社会发展动力中最为重要的有机构成要素，又痛感封建意识形态对受教育者精神思想的束缚捆绑，陶行知鲜明地指出创造教育的前提是发挥受教育者的能动性、自主性和进取精神，提出了“六大解放”

这一口号——解放头脑、双手、眼、嘴、空间、时间。

陶行知意识到创造力是需要精心培育方能茁壮成长的。他提出“四点需要”作为创造教育的指导原则：受教育者的生理和心理，需要适当的营养，需要从小养成不断创造的良好习惯，需要因材施教，发展个性，需要民主，以解放最大多数人的创造力，使最大多数人的创造力发挥到最高峰，形成社会创造力。

关于创造教育的实施途径，陶行知提出了“在劳力上劳心”的三个步骤：第一步，手脑并用，即行即知，由侧重于自然的动手动脑训练，发展到“科学下嫁”，玩科学把戏，广泛开展小发明活动；第二步，即知即传，让学生成为小先生；第三步，联合自动，实行集体主义的自我教育和自觉教育，形成自由创造的集体。

对于创造教育的完整过程，陶行知从哲学高度概括为“行知行”——由“行”贯穿始终的“教学做合一”的活动过程。前一个“行”是行动，是手脑并用，是创造教育的开始；通过“行”而获得的“知”才是“真知”，拿做来教乃是真教，拿做来学才是实学；后一个“行”是创造，手脑双全能创造是创造教育要达到的目标。

1936年，美国通用汽车公司为职工开设“创造工程”课程。1938年，美国奥斯本提出“头脑风暴法”作为一种创造技法，致力于探索个人的创造能力在工程方面的应用。这是现代化企业代表先进生产力的要求推动创造教育的先例。

美国近二十年来的教育变革，是围绕培育创造能力这一主题而展开的。1986年5月，美国卡内基教育与经济论坛制定的一份文件指出：我们的经济越来越依赖那些对各种自然和社会系统运转方式能够很好地凭直觉掌握的人才。这种人才必须具有综合如下四个方面的能力：（1）具有数学头脑并且能用数学方法解决各种困难；（2）在别人还在迷惑不解时就已看出问题的端倪；

(3) 能赶在竞争对手前面开发新产品、新服务项目以及解决新问题；(4) 能在复杂的环境中与人相处共同完成工作。必须综合以上四种能力，才能使人的创造潜能在人与自然、个人与社会的协调和谐中得到充分发挥。

1983～1998年间，以赵宋光为课题负责人的教育科研群体，通过三所幼儿园的实验教学，兼采指算、口算、珠算、代数、平面几何、立体几何、坐标系、集合论、形式逻辑、辩证逻辑等学科内容，综合运用体态律动、童话、歌谣、音乐、造形艺术、舞蹈、戏剧等表现手段，交替调动幼儿的操作、言语、视觉、听觉、运动觉、激情、理智、毅力等多种器官的多方面能力，引导幼儿创造性地自我构建立体化的心理结构，高效开发幼儿的数学思维潜能和超智力心理动势，创立了“综合构建幼儿数学教学法”。

概括地讲，创造性直觉思维能力的培养，是现代化生产和后工业社会对教育所提出的强烈要求。正如马克思早在十九世纪中叶就预言的：“发明就将成为一种职业，而科学在直接生产上的应用本身就成为对科学具有决定性和推动作用的要素。”一个多世纪之后的今天，以创造性思维为主要劳动方式的设计业，正在作为第四产业而悄悄崛起。当代未来学家奈斯比特等人认为，未来社会的企业战略就是最大限度地发挥每个职工的创造能力。他们预测，未来企业有三大趋势：(1) 战略资源从工业文明的财力资本转向高技术文明的人力资本。人才资源就是信息、知识和创造性；高技术必须和高情感相结合。(2) 企业管理将由自上而下的行政管理转向计算机管理和职工自我管理。(3) 人才的基本素质将聚焦于如何思考、如何学习和如何创造。思维学、学习学和创造学将取代原来的读、写、算的显要地位。以激励创造力为目的的企业教育将占据企业战略的中心位置。

三　对创造过程心理循环的不断体验

人类历史上重大的科学创新或技术发明，一项就可能耗费科学家或发明家的几十年心血。以培养创造能力为己任的教育工程却必须把宏伟的过程予以微缩，让受教育者从幼年起就一次又一次地体验创造过程。这创造过程的心理循环机制，可以通过研究历史名人的创造业绩而总结得到，但教育事业却必须创设可重复的条件，使学习过程能不断复现这心理循环机制，使学习者经过长期反复体验而在自己身心中牢牢确立创新动势。

这“创造过程的心理循环机制”是什么？

参照上文介绍的华莱士和陶行知对创造过程的概括，这心理循环可表述为：

鲜明的目标意识——

——丰满的规律意识——

——合目的合规律形式的创新构想——

——娴熟整合运用的自由感

现分段详述如下：

（一）鲜明的目标意识，相当于华莱士所说的“准备期”，陶行知所说的“悬想”，其特征是“意向聚焦”，抓住了某种尚未满足的需求，尚未解决的问题，尚未弥补的缺陷。在面对这种需求、问题、缺陷时，主观态度却不流于抱怨、诉苦、申斥、漫骂、祈祷、静待，而是行动起来寻找办法，从“束手无策”转向“跨步进取”。但这行动又不走向掠夺、戕害、报复等破坏行为，而是寻找新工具和运用工具的新形式以满足需要、解决问题、弥补缺陷，并且相信这一切终将实现。这是一种积极的情感态度，既有明确的指向，通常所谓“带着问题”，又具有足够的强度，能支持推动坚韧持久的意志行为，通常用“锲而不舍”来描述。

在不同年龄段，能捕捉的问题有不同水平等级，教育者要适应年龄特点和个性特点来诱导受教育者捕捉相宜的问题，使意向达到较高的强度。在此应当强调，为创造活动树立为目标的情感意向对象，不同于本能欲望指向的对象，而灌注着人类的理性。小学中学教师有责任使儿童少年的好奇心远离恶作剧动机，而引向关心造福人类的种种事业，例如环境保护。在意向目标与欲望对象之间拉开距离，这要求，在理论上涉及了对“超功利”的准确理解。教育过程必须引导儿童少年超越自己一时的饥渴寒乏等状态所引发的生理需要（这些需要的满足由常规保证，不宜迫使他们自己来操心），而更多关心集体、社会、民族、人类的广阔长远需求。这样的关心，有一定程度的超功利性。但决不可把它夸大成绝对的“无利害关系”，说成不顾利害的任性妄为。狭隘集团的短暂私利是必须超越的，但全人类的长远利益是决不可丢在脑后的。中国古典诗画所洋溢的“陶醉于山水之间”的情趣，常被传统美学理论推崇为“无利害关系”的典范；但今天人们已懂得，正是这种超越局部性物质生产活动的陶醉寻访，是亟待唤醒的环保意识的深厚支柱，紧牵着全人类的生存和命运。

（二）丰满的规律意识，相当于华莱士所说的“孕育期”，陶行知所说的“苦索”，其特征是“广泛寻觅”，大千世界种种可利用的规律，要找来用于满足需求、解决问题、弥补缺陷。在鲜明目标照亮下，客观世界的一切规律都有可能因为跟实现目标有关而获得意义，值得关心，值得花功夫去理解掌握。在这阶段，目标意识持续不断地转化为对规律的求知欲，而当关于规律的知识梳理成系统网络之后，各领域各环节互相牵动，把导觅规律的求知活动引向纵深发展。

创造活动与获取知识，从根本上讲并不矛盾，因为掌握规律是进行创造必不可少的前提；但是，由于教育方式方法失误，两者互相抵触排斥的事是经常发生的。因此，教育原则必须强调，

不宜把记住知识和应用知识划分成先后分离的两大阶段，而应为学习者随时随地设置必须利用规律方能解决的问题情境，使他们通过利用规律的实践，一步步提高运用规律的能力，一圈圈扩大运用规律的范围，以此扩展了解规律的知识面。

强调规律意识的丰满度，是由于规律类型很多，倘若顾此失彼，必将造成片面单薄，最终使问题不可能得到解决。在基础教育中，对如下七类规律的初步了解和运用不可偏废：1. 自然界因果联系的规律，已梳理成自然科学诸学科。2. 人际关系相互作用的规律，已梳理成社会科学诸学科。3. 数量关系与逻辑蕴涵的规律。4. 空间点线面体相互联系的规律。5. 生产技术结构相互联系的规律。6. 语言文字符号表达手段结构相互联系的规律。7. 教育与生理心理发育，与情感智能意志发育相互联系的规律。罗列这么一大串科目，通常会造成不堪重负的印象。因此，有必要换一个视角提出问题：教育过程有没有可能把众多类型的规律提炼成供学习者纵横驰骋、开阔视野、随机选用的苍翠领地，而不再是那不得不压在肩头的沉重负担？

（三）合目的合规律形式的创新构想，相当于华莱士所说的"顿悟期或明朗期"，陶行知所说的"顿悟"，其特征是，创新想象活动空前活跃，构想出某种前所未见的形式，这形式使各种规律所发挥的作用具有实现目标的功效。

强调创新构想具有合目的与合规律相叠合的品格，可防止对创新的误解。人们有时片面强调"新"，敢说前人没说过的话，敢做前人没做过的事，以为鼓励大胆求新，鼓励自由标新，就有利于创造能力的发展。殊不知背离了合目的与合规律相叠合的轨道，再惹人注目轰动一时的"新"也毫无价值，只能招致失败，早晚遭人唾弃。

合目的与合规律之所以能叠合，靠的是建立特定的形式，这形式可能有模本可供移植，也可能须从无到有构想出来，无论具

体过程多么不同，它们都是从抽象到具体，从朦胧到清晰，都要求按某种特定的方式、方法、程序来使用某些工具，让它们给因果链流程铺设轨道，迫使规律只发挥合目的的效应。这才能做到利用规律。

值得注意的是，新形式的建立总要经历从内到外、从虚到实、从心理到物理、从言语到实物的转换过程。创新构想作为创造活动的关键一步，是在活跃的内部言语活动催化下，视觉对空间造形、空间布局或时间程序的想象力活跃到能构想出新的形式，这想象中的形式，可以用手势演示，可以用语言描述，可以画成图像，以这些辅助办法把这形式确定下来，这过程就是所谓“直觉思维”。这是创新构想的始端，接着还必须把这形式转换到工具实物层面，才算实现，才算完成。

（四）娴熟整合运用的自由感，相当于华莱士所说的“检验期”。其实，“检验”这一概括是过于狭窄的理解。事实上，一种创新发明问世，在其有效性受到验证的同时，就经历着效益持续放大的过程，一系列创新连锁反应随之而来，它们融入原先既有的技术（或理论）系统，彼此配套，共同整合，这整体结构给人类带来的巨大自由，使这创新在人类文明中深深扎根，具有永恒的生命力。下面以内燃机的发明为例，说明这“效益放大”过程。

1862年，法国工程师罗沙（A.E.B.de Rochas 1815～1891）在前人法国物理学家卡诺（N.L.Sadi Carnot 1796～1832）于1824年提出的热机循环理论基础上，提出了内燃机四冲程工作原理。根据这原理，德国钟表工人赖特曼（Reithmann）于1872～1873年，德国热机工程师奥托（N.A.Otto 1832～1891）于1876年，分别试制煤气内燃机获得成功。1883年，德国工程师戴姆勒（G.Daimler，1934～1900）制成了以汽油为燃料的内燃机。1885年，戴姆勒和德国工程师本茨（C.Benz 1844～1929）

分别把汽油内燃机用作动力而制成三轮汽车。1893 年，本茨制成了四轮汽油内燃机汽车。1897 年德国工程师狄塞尔（R.Diesel 1858～1913）制成“压缩点火式内燃机”（柴油机）。从那时以后，一方面，汽车工业和公路交通发展起来，直到今天高速公路网遍布各地，另一方面，各种内燃机用于轮船、舰艇、飞机、农机、列车、工程机械，高效率运作深入各个角落。至此，人们充分体验到内燃机的发明给人类带来的自由。

在创造教育实施过程中，学习者本人的创新探索成果，可以由本人整合运用达到娴熟，而使本人体验到自由感。以这自由感为核心的成功感，带给他持久的欣喜，是对他辛苦探索的报酬和奖赏，也将成为他今后不断刻苦探索的超智力心理动势。

四　创新活动的四大领域

创新思维的运用，大体分属四个不同的领域：物质生产技术领域，艺术生产工艺领域，文化传承手段程序领域，科学理论领域。所涉及的目标和规律，四大领域各有特点。

（一）物质生产技术领域

这是人类创新思维最早的策源地。它的历史最悠久，品种样式最繁多，发展规模最宏大，达到的复杂程度最高。它要满足的需求是提高物质生产的效率；它所运用的规律是自然科学所梳理的自然规律以及生产技术既有结构所形式的体系内各环节之间相互联系的规律。

武器手工业、军事工业和军事技能，历史上曾是，今天仍是物质生产技术领域内的特殊分支。这生产领域所特有的紧迫感，曾对物质生产技术的创新有较大的促进作用，并曾间接推动了非军事生产技术的进步，这是无可否认的事实。但战争也确实惨重地毁坏了人类生存环境的自然生态，因此，在以正义战争制伏邪

恶战争的同时，还必须学会在治理生态的大规模事业中启动创新思维。

此外，农耕过度扩大造成草原沙化，林业过度砍伐造成森林凋敝，工业失调膨胀造成环境污染和资源浪费，可在总体上概括为“物质生产力片面盲目增长导致异化”，今天愈益成为我们不得不面对的严峻现实。“征服异化”的需求正呼唤创新思维聚焦于此以上升到历史上从未达到过的高度和强度。

（二）艺术（以及文学）生产工艺领域

这是从物质生产领域最早分化出来的精神生产领域。在一些文明古国，例如印度、中国、波斯，这领域的创新思维发展的高度曾经超过本民族同时代物质生产技术创新的高度。它要满足的需求是信仰、教育与审美文化中，审美意识的传达；它所运用的规律是文化符号唤起联想、联觉与情绪、情感的规律。

在当今努力加强第一领域创新能力大面积培育的同时，应警觉防止本领域固有的创新能力出现萎缩退化。

（三）文化传承手段程序领域

这是文化与知识传承活动成熟化体系化过程中，对于自然积累的手段程序必然会施行的创新变革。例如，汉字书体的历次重大变革，东西方数字书写形式的科学化变革，古七弦琴徽位由捆丝带演变为镶玉块，欧洲圭多唱名法与线谱的多次演变。二十世纪特别引人注目的教学器具是蒙台梭利学具、键盘音位显示板与多媒体电脑操作平台。它要满足的需求是知识传授的准确、饱满与敏捷；它所运用的规律是认知联想规律与操作便捷可能性的规律。

这领域创新思维发展的健康方向是手段程序诉诸多种器官的立体化丰满化，应防止集中于单一器官而单调化易疲惫。

（四）科学理论领域

在人类历史上，这一领域的创新，起步最晚，历程最短。欧

洲自哥白尼、开普勒、牛顿之后，科学理论的创新才蓬勃发展起来，从自然科学扩展到社会科学与艺术科学，北美洲自二十世纪才跟上来，其他大陆至今多半处于接受创新理论成果的地位。虽然历史短，活动面窄，其创新成果对人类文明进步的影响却是空前深刻的。它要满足的需求是，解除科学理论与实验观测的裂痕，消除科学理论自身的内在逻辑矛盾；它所运用的规律，是理性思维层面上逻辑贯通性（简单性）与推理技术的规律。

鉴于中华民族在抽象推理的理性思维独立性的锻炼方面缺乏深厚传统，当今有人指出，这领域正是我国当代培育创新思维的主攻领域。只要不因此而削弱第一领域创新思维能力的培育在全民教育中的推广普及，这一口号的提出将是有益的。

五　审美教育的五大媒体

由以上对创新活动的心理学分析可以看出，在创新思维历程中，科技教育与人文教育内容，语言数学符号手段的运用，都起着必不可少的作用。因此，创新能力的培育决不是单靠审美教育就能奏效的，必须与其他方面密切配合。但是，在创造活动的若干环节，审美教育对心理能力的培育确有不可替代的特殊优势：使目标意识获得浓烈持久的情感支持，在探寻合目的合规律形式时直觉思维更为活跃，对创新成果的运用有更强的整合能力，有更灵敏的自由感。可以说，发达的审美能力既是创造历程的开启者，又是创新成果的汇集者，它自始至终守护着创造活动的奔流，使创新动势最终成为人格力量的内核。

审美教育有五大媒体。它们也是审美能力赖以全面萌发成长的五大载体。

音乐与造形艺术，是载体张力场的两极，两者在许多方面都形成对比，因而强烈地相引互补。

音乐以听觉对象为媒体，音乐欣赏这一审美教育方式使听觉的感受力、辨别力、统摄力、记忆力和想象力通过磨练而高度发达。音乐的媒体不包含视觉对象，但音乐的审美内涵却包容丰富的视觉对象。何以可能？是由于，听觉追随音象（乐音的动态结构形式）在时间中的展演，有审美能力的脑（以右脑和大脑皮下神经节为主要部位）自然会凭活泼的听象唤起活跃的情绪情感体验（人们把这能力称为“音乐之耳”），这概括而朦胧的体验能随机召唤种种因个人经历而各不相同的视觉记忆，从而再建主体对听象视象背后活生生意境的审美态度。

造形艺术以视觉对象为媒体，造形艺术欣赏这一审美教育方式使视觉的感受力、辨别力、统摄力、记忆力和想象力通过濡染而高度发达。造形艺术的媒体不包含听觉对象，但造形艺术的审美内涵却包容活泼的听觉对象。何以可能？是由于，视觉追随色线造形在空间中的展演，有审美能力的脑（仍以右脑和大脑皮下神经节为主要部位）自然会凭丰富的视象唤起活跃的情绪情感体验，这概括而朦胧的体验同样能随机召唤种种因个人经历而各不相同的听觉记忆，从而再建主体对视象听象背后活生生意境的审美态度。

欣赏过程要超越媒体的限制而投向作品所传达的意境，这是音乐和造形艺术审美教育的共同要求。在这意境里，对象的形神和主体的态度已难分难解。并且，超越媒体的投入，在欣赏过程中无处不是凭瞬间直觉，把那些冗长的推理过程撇在一边；联想到什么样的意象，全凭概括性情绪情感的自由选择，没有任何强制的规定。这几个方面——情感的强度，直觉的敏捷，联想的自由——正是创造性思维所需要的心理能力。

审美教育包含受教育者主动参与艺术创造这一环节。在创作活动中，审美直觉起着引导和监控的作用，而实践器官对材料的支配（在音乐，是歌喉、气息、乐器演奏的双手对声音的控制，

在造形艺术，是双手亲自或通过执笔、刀、锤、园艺锄剪、摄影机，对形体色线的布置塑造）则随时把直觉的要求实现于对象，使媒体能超越其局限而充分表达意境。这样的立美实践活动，处处追求“游刃有余”的自由，以完整意境为目标的整合能力。这境界正是创新实践所需要的。

在音乐与造形艺术两极之间，有着语言艺术遨游飞翔的广阔场所。

语言是一种特别的媒体，它的基本材料是语义心理表象。一个个词所唤起的心理表象，由语法范畴组织成词组，成句，句又连缀成句群、段、篇章，成为审美意识的载体。但同时，语义心理表象必须由“外壳”来传递，来唤起。初始外壳是语音。语音跟音乐所用的媒体有共同点，诗歌韵文所用的语音发挥节奏、声韵的美，具有音乐性；但语音作为表象外壳的确定语义性功能，却是音乐媒体不具备的。可视外壳是文字。文字字形跟造形艺术所用的媒体有共同点，尤其在汉文化范围内，书法艺术发挥字形的态势、韵律、节奏的美，大大丰富了造形艺术，成为造形艺术的重要组或部分；但字形作为表象外壳的确定字义功能，却是其他大量造形艺术媒体不具备的。

在语言艺术的审美教育中，必须让受教育者明白，在语词外壳方面分别与音乐、与造型艺术的共同点，并非语言艺术传达审美意识的真正载体媒体所在。真正的媒体材料和载体单元是一个个具有感觉鲜明性、感性亲切性的语词表象，这些语义心理表象在时间中相继激活，由语法范畴组织成表象结构。这才是欣赏者该首先牢牢抓住的活性载体。这表象结构引导着直觉想象力，一方面指向对象世界的形与神，另一方面指向主体内心的情绪情感。这才是语言艺术与音乐、与造形艺术所共有的审美传达功能所在。

如何组织好有每个欣赏者主动参与的立体化心理活动，是文

学诗歌领域的审美教育有责任尽全力解决的问题。切忌停留在分析讲解的阶段，更不宜强求学习者复述老师的分析讲解，而应在适度进行适合年龄特点的讲解之后，组织好吟诵朗诵。在多媒体电教手段得到应用的未来时代，吟诵朗诵过程应调动多器官共同参与：（一）学习者群体的每个人带着生动的表情、多变的音色、抑扬顿挫吟诗诵文；（二）耳中不但听到自己的诵声，而且听到与诗文意境相贴合的伴奏音乐；（三）在屏幕上，时而能见以优美书法呈现的诗文语句；（四）时而能见与诗文语义表象结构相吻合的彩色动态画面；（五）在诵、听、视启发下，允许学生有时闭上双眼吟诵，任凭想象力在情感带领下自由翱翔，编织因人而异的梦境。

第四种媒体是自己的身体。尽管不排斥为成人消闲提供享受的舞蹈演出和舞剧艺术，但在普及性的审美教育中，我们提倡每个学习者主动参与的舞蹈表演。各民族的民间歌舞体裁节目，是身边可采的多样化教材。与舞蹈并列，还应该有艺术体操、体态律动、形体训练、传统武术以及其他非竞技性的体育项目。体育与美育的割裂应当努力消除。在体育的部分领域，以美育为思想指导，实施立美审美相统一的自我身体教育，就是审美教育的第四大媒体。

第五种媒体是以戏剧为主线的综合艺术。就表现手段而言，它综合了上述四种媒体，围绕角色表演而运用，在东西方分别形成“戏曲”、“歌剧”、“歌舞剧”等；在大众媒体广泛普及的时代，电影、电视剧等也参加进来。面对如此庞杂的表现手段，有必要突出强调戏剧特有的审美范畴：崇高、悲剧、滑稽。这些范畴固然在文学中也含有，但必须经过综合化、立体化的戏剧表演，才显示巨大的震撼力。世界各民族古今戏剧名著移植成戏曲歌剧光碟系列，是一项重要的审美教育配套工程。与第四种媒体强调学习者人人参与相反，第五种媒体应侧重组织欣赏。若在戏

曲歌剧体裁领域广泛组织表演，时间与财力投入量都将不堪重负，充分利用电视手段分别组织不同年龄段的戏剧欣赏才是切实可行的。

关于上述五大媒体审美教育的实施，有必要提出几条原则：

（一）在全民普及教育中实施多媒体多品种的审美教育，目标并非培养艺术专家，而在提高全体人民的创新能力。

（二）学习者要全面接触五大媒体，而不宜任修其中一二。为了提高未来教师的教学能力，在师范教育阶段可以设置不同专业，分工专修，但应防止在这影响下，普通中小学的审美教育形成过早分流、片面选修的偏科发展。

（三）审美教育的课程内容，既应有稳定的传统精品代表性篇目，也应适当吸收当代社会理工农医、文史经法、多种语言、国际交往等多方面的现实生活内容。

（四）审美教育行之有效的手段方法，也应为其他各学科课程的教学过程所吸取，应能广泛渗透。

（五）审美教育的品种多样化发展，切忌造成课时膨胀，而应严格遵循“少而精”原则。为保证质量，应采取“培训师资，稳步开拓”的发展战略。

2000 年 8 月

自然科学领域

黄河河套双主槽绿化工程刍议

一　造林遇到的主要障碍

造林绿化，是我国“三北”地区生态改造工程的主战场。利用黄河河滩地造林则是内蒙古自治区的特殊有利条件。但这一有利条件却至今未能发挥其优势。

黄河干流流经内蒙古自治区段长830公里，全段河滩总面积160万亩，林地如今只剩24万亩，占15%。造林余地很大，除了农田62万亩，牧场45万亩，还有沙滩、旧河道、道路等29万亩。这29万亩中，至少有20万亩可用于造林。再加上黄河防洪堤两侧可用于造林的25万亩，实施林带护农田、林牧交混场可增加的35万亩，共计余地80万亩。

为什么80万亩余地至今闲置，不能实现造林绿化呢?

除了经营管理体制等人为因素，主要是由于黄河河道不稳定。近年统计，本区全段有险工60余处，两岸各分段险工长度总计达200公里。在如此不稳定的堤岸和滩地上种树，风险太大，效益无保证。

本区黄河40年来险情逐渐加重，并非由于汛期流量超过往昔，而是由于常年流量减少，使泥沙淤积加剧，使主槽变浅变窄。上游青铜峡、刘家峡、龙羊峡等大水库蓄水之后，本区段水

势显著减小，平时流量只有100多立方米每秒，流得慢淤得多，全区段平均淤积量20年上升1米多。正因为水小，前进速度低，对两岸的掏蚀更为严重。加之，三盛公枢纽拦河闸频频改变流量，更促使主流游荡，加剧掏岸，引发大量险情。

这严峻的现状迫使我们思考一个根本问题：如何有效地消除淤积造成的恶果？如何低代价高效率地消除淤积？

二　双主槽河道结构

对上述问题的回答是：设置“双主槽河道结构”。

该结构的优点是变疏浚为旱地开挖，大大节约能源，降低成本。

在双主槽河道的上游端，设调控闸门，左右两槽轮流放水，几个月放左，几个月放右。双主槽之间有宽堤隔离，可称为“脊梁长堤”。左槽放水时，右槽可在几百公里长段内全面开挖，挖深主槽，运走泥沙。左右互换，反之亦然。

双主槽结构是制服凌汛伏汛的利器。每年封冻之前，提早使一槽流干，让河水集中在另一槽内结冰过冬；开冻之时，闸门作相反开闭，让河水只走干槽，使冰下存水自行流干，冰面在原地塌陷溶化。伏汛到来之前，保证左右槽轮流挖深完毕，洪水来时两槽同时放水，挖深的双主槽充当大容量的蓄洪道。

这是关于“根治”的新观念。黄河的病根在淤积，这病的根治不可能用某项一劳永逸的工程，而必须设置一种动态持久运行的、低耗高效的清淤机制。这一设施的高科技品格正体现在：采用现代化高科技来使清淤操作代价尽可能低廉，效能尽可能巨大。左右槽交替流干的河道结构就为高科技的施展提供了持久的用武之地。

双主槽河道的上游端调节闸门设在何处？三盛公枢纽拦河闸

可兼作此用。三盛公以上若设双主槽结构，可在乌海以南另建拦河闸。

这“脊梁长堤”如何设定？几百公里长的脊梁长堤可兼作公路路基，其线路可会同公路建设部门共同勘测划定。该长堤的选址完全不必迁就原有的弯曲河道，可以充分裁弯取直。经过勘测，以理想线路为依据，划定长堤即公路路基的界限，以此两界为依托，在两侧开挖双主槽达到理想的深度与坡度，最后才引水入槽。

三　设计领先的新思维

有人问：想得倒好，哪有钱修？

在第四产业崛起的时代，在知识经济来临的时代，思维方式要扭转了。目前有大量国际游资在寻找投资环境，只要有完善的设计方案、科学的可行性论证显示强大的吸引力，何惧筹资无缘？在此条件下，清醒的思维方式是，把设计和实施严格区分，划成先后有别的两大时期，令设计领先一大步。当前的现实考虑不应该是谋求施工投资，而是筹组设计公司。而设计公司的主要功能是把无偿劳动转变为有偿劳动。高智能的工程师设计劳动，作为设计前提的水文、地质、生物、生态大量资料的搜集整理工作，今天或许都是“发烧友”的无私奉献，但是设计公司却有义务作出承诺，把这些劳动成果确认为来年的技术投资要素，及时估算出相应的智能产值，及时向参与者提供报酬，部分地垫支工资，部分地登记贷出（参与者知识产权的陆续认定）。

设计公司所组织的设计任务，除了常规性的大量技术性设计以外，还有诸多政策性、法规性、章程性设计。例如，关于土地使用权的有价转让制度的设定。本区黄河滩地的使用权，现在分属不同的盟、市、县、旗，若不集中经营管理，新河道定堤挖

槽、堤滩绿化的系统工程绝无可能达到整体协调，为避免在施工过程中遭遇种种经济纠纷，必须事先办妥使用权转让。转让当然应该是有偿的，但偿付方式可以多样，一部分以现金支付（民居拆迁、耕地牧场征用需要现金），大部分可折合为综合工程公司的投资份额，在若干年后公司收益的分配制度中有其合法权利。

在技术性的设计中，不同工种时间配置的运筹学设计将占主要地位。线路勘测与地权转让，当然必须先行，但彼此不必分先后，可以分头并行。线界划定标志着工程实施第一阶段的结束，第二阶段的开始。第二阶段又有四个方面可以齐头并进：双主槽开挖筑堤土方工程，堤岸与滩地植树造林生物工程，脊梁长堤上的公路路基与护栏桩柱建设工程，跨越主槽的几十处桥梁工程。第一方面的全线竣工，包括与上游拦河闸双槽出口的衔接，与下游峡谷单主槽河道的衔接，各接口设妥，标志着第二阶段的结束，而引水入槽则开启第三阶段。进入第三阶段后，生物工程、公路工程、桥梁工程仍继续施工，而新启动的工程任务则是：使低耗高效的挖掘运输机械操作进入常规，开辟稳定的淤泥销售市场，使双主槽的左右交替清淤机制得以持续正常运行。

四　第一组险工段

第一组险工段共5处，都在左岸，分布于磴口县的红卫、渡口两个乡。险工长度总计约8公里，分布所及的左岸长度约25公里。

回顾自1961年5月三盛公枢纽拦河闸运行以来，由于闸下主槽走向偏北过多，左岸24.8公里岸段先后冲断防洪大堤3次，河岸向左移出最大幅度达3公里。险情的主要性质属于凌汛期间左岸遭受严重冲蚀。80年代中期龙羊峡水库蓄水以来，流量显著减少，河床严重淤积，在相同流量条件下水位明显抬高，冬季

封河水位过高。例如1988年12月28日，河道封冻至拦河闸附近，流量虽仅900立方米每秒，封河水位却高达1054.33米，接近拦河闸千年效核水位，由于封河水位大幅度抬高，凌汛期造成严峻的威胁。受险情威胁的经济区域有：北总干渠、包兰铁路、110国道，磴口县耕地70万亩、企业50多个、商业服务业700多点，估算总产值约1亿元。

这25公里河道的治理，就设计思路而言自然会最先考虑，但就施工程序而言，则可能宜于最晚动工，迟至全线双主槽开挖将近竣工之时。

此处河道可以发电站为界分为上下两段，作不同的工程处理。

发电站以上，从三盛公枢纽拦河闸至发电站闸堰上沿，为上段，不设脊梁长堤，代替它的是几公里长的一道钢筋混凝土中位线隔墙，把直通发电站进水渠的闸下主槽劈成两条束水道。束水道外侧堤岸也筑有坚固的护岸坝。在每条束水道上空，架在中位线隔墙与一侧堤岸之间，可撑以一系列拱梁，加固束水道槽壁。

发电站以下始建脊梁长堤，发电站闸堰的下沿即为长堤始端。但从长堤始端到公路始端，可有几公里缓冲地带，轮流开挖双主槽的作业带从下游延伸过来，一直伸到缓冲地带两侧的主槽内，槽外仍有石坝护堤；在此地带下游，建两座公路桥分别跨越两道主槽，向下游行驶的车辆从右岸进堤，向上游行驶的车辆往左岸出堤（可绕经拦河闸坝向南驶去）。公路开始以后，路基两侧和主槽外两岸（共四岸）的堤坝，可有较坦的坡度，较宽的坡面，以较密的灌木林护堤。其规格就可同全线常规一致了。由于主槽将轮流挖深，如此规格也不致遇险。

五　第二组险工段

这组险工共8处，分布在左右两岸。左岸有杭锦后旗的2处，在黄河乡；有临河市的3处，在友谊、团结两乡。右岸3处，都在杭锦旗巴拉亥乡。险工长度总计约42公里，分布所及的河道长度约60公里。

河道治理将遇到的主要问题有四。

问题之一，河道线路如何重新勘测选定。这一区段的河道，水势十分紊乱，左右摆动剧烈，现存的舞龙式主槽已不可能用作新主槽的依据。只有重新勘测选定，方能划出合理的脊梁长堤路径和新主槽线路。

问题之二，土地使用权归属的争议。按传统，巴盟与伊盟的黄河滩地使用权的划分，以黄河河道为界，因此，河道的变迁就会造成滩地归属的增多减少。若不改变这一传统，河道选址必定会引起地权争执，因而选址的科学性、合理性就会受到干扰。摆脱这种人为干扰的方法是，在组建“河套治理实业公司”时，章程规定，巴盟和伊盟的各旗县经济实体都有权参股，参股方式多样，包括将土地使用权份额折合为投资款额的参股方式。有此保障，无论河道如何划分河滩地，都不会改变两盟各旗县的经济权益。

问题之三，桥梁布局的规划。桥梁应有两类。一类是小型的、跨越单主槽的公路桥，计有：（一）从脊梁长堤北侧公路上行道（向上游方向行驶）跨越左主槽通向左岸者；（二）从左岸跨越左主槽通向公路上行道者；（三）从脊梁长堤南侧公路下行道（向下游方向行驶）跨越右主槽通向右岸者；（四）从右岸跨越右主槽通向公路下行道者。若仅有这类公路桥，还不能解决逆向通行问题，因此还必须有另一类桥：大型的、既跨越双主槽又

跨越脊梁长堤的高程大桥。这类大桥既是沟通左右两岸的交通要道，又可充当调头通道。例如，当临河岸上的车辆要借脊梁长堤公路驶向下游时，可先过高程大桥来到伊盟，再过单向桥跨越右主槽驶入脊梁长堤。

问题之四，泄水渠与河道的接口如何设置。这里遇到的，有老问题，有新问题。老问题是，由于泄水渠（由灌区排出的下泄水流进黄河主槽的渠道）的渠口缺乏固堤工程措施，渠水冲蚀渠口附近的黄河岸滩，日久引发险情。在此，当左岸的泄水渠接通左主槽时，当右岸的泄水渠接通右主槽时，遇到的就是这种老问题。对于这老问题，本来是有办法解决的，现在要提醒的只是，该用的办法就要认真用，勿偷工苟安。新问题，则是由于设置双主槽而引起的。当左岸的泄水渠遇到左主槽正被控干开挖而须接通右主槽时，当右岸的泄水渠遇到右主槽正被控干开挖而须接通左主槽时，就该用渡槽输水了。渡槽与公路立体交叉，应预先设计。可使某小段公路略微架高，在架起的路面底下敷设管状渡槽；渡槽使用时，可采取“半扬水半虹吸”的力学机制，让泄水渠的水持续地注入正在流水的主槽内。

以上四大问题，在其他段区也会遇到。在本段区解决所取得的成功经验，可推广运用于其他段区。

六　五原、吉尔格郎图险工段

这组险工共 9 处，左岸的分布在五原县沿河各处，右岸的分布在杭锦旗吉尔格郎图乡两处。险工长度总计约 27 公里，分布所及的河道长度约 43 公里。

这组险工，虽然长度不如第二组，但其危急程度却远远过之。分布在五原县境内的左岸险工，贴近南三分干渠，此分干渠又靠近北总干渠和包兰铁路，而河水的走势，多处呈自南向北的

走向，顶冲势头很猛，因此，对灌区农业和铁路交通都造成严峻威胁。

这40公里河道整治方案的总思路是：应当使从羊场圪旦村到白音赤老村这段河道向南迁移，方可免除对北总干渠和包兰铁路的威胁，将来完成双主槽绿化工程后，使包兰铁路和北总干渠以南有足够宽阔的林带；仅仅在色计湾村上下使河道略向北移。

这方案带来的新问题是，将占用杭锦旗的哈拉滩农场地界内的大段土地设置脊梁长堤并开挖双主槽。除了开辟新线须投入勘测设计的较大工作量，主要问题是地权争议。上文已对这类问题提出了解决方案——在组建“河套治理实业公司”时，章程规定，有关旗县的经济实体都有权参股，且可将土地使用权份额折合为投资款额实现参股。这样的章程条款，可以平息地权纠纷。

在色计湾上下，将占用左岸五原县锦旗乡的一段滩地设置脊梁长堤并开挖双主槽。地权问题可按同一章程条款予以协调。

七　第四组险工段

这组险工共18处，左岸的分布在乌拉特前旗的沿河各乡，右岸的分布在杭锦旗东北部和达拉特旗西北角的沿河各乡。险工长度共计约55公里，分布所及的河道长度约125公里。

在这段区里，有一些当地著名的险工段，例如左岸的四科河头、布袋口、三湖河口，右岸的西沙拐、张四圪堵。险工的分布，在很长段区内左右反复交替，显示了河道大幅度摇摆的演化规律。左岸险工威胁北总干渠和包兰铁路，右岸险工威胁南总干渠，这两类险情，与上游各处大体相仿。

本段区的治理，可采取兼顾抢险的施工策略。

这策略是什么？

新河道当然应裁弯取直，矫正旧河道的左右游荡；取直工程

若提前动工，恰能起到缓解险情的作用。这一策略可概括为：

避 其 锋 锐，攻 其 腰 背；
拦 腰 开 槽，护 滩 架 桥。

现以三湖河口上下几处险工为实例，讲述这一策略。

三湖河口在左岸，在它的对岸，上游有刘柱拐子，再往上是史三河头，下游有公格尔。史三河头险工段约 6 公里，刘柱拐子险工段约 3 公里，三湖河口险工段约 2.5 公里，公格尔险工段约 6 公里。4 段相接，所包括的河道长度约 30 公里。治理思路如下：

（一）脊梁长堤的选址，第一分段应在从史三河头至刘柱拐子这段旧河道的左岸滩地上，第二分段应在三湖河口旧河道的右岸，第三分段应在公格尔旧河道的左岸。首先划定脊梁长堤的中轴线，然后划出左右堤坝线和主槽中沟线。

（二）程序规定，在脊梁长堤上暂时仅仅垒高路基而不修铺公路，三个分段可以同时动工垒堤，且与新主槽开挖工程同时运作，相互为用。

（三）每一分段的堤侧主槽，只挖一侧。在史三河头、刘柱拐子对岸（左岸）滩上的长堤，在公格尔对岸（左岸）滩上的长堤，在垒堤的同时只挖左侧主槽。在三湖河口对岸（右岸）滩上的长堤，在垒堤的同时只挖右侧主槽。

（四）在每道新主槽两侧，应留出足够宽阔的慢坡（坡度小，面积大），以便及早种树，底沿供今后筑坝之用。主槽本身应达到足够的深度。

（五）在主槽暂不注水的程序规定下，与垒堤挖槽同时，在每段主槽的上游端，选择一处修筑一座（三岔状）跨越主槽的公路桥。例如，在史三河头对岸的左侧主槽上游端，在三湖河口下

游附近的左侧主槽上，在刘柱拐子下游附近的右侧主槽上，分别架桥。桥的用途，除了将来通车以外，对于治河还有两大作用：一是“锁岸束流”，既固滩，又刷槽；二是供安装闸门，调节槽内流量。

（六）在史三河头与三湖河口两处长堤上，敷设跨越脊梁长堤的管状渡槽，以备必要时跨长堤输水。

（七）每一小段垒堤挖槽一旦完成，立即开始在主槽两侧（一侧为长堤滩地，一侧为大岸滩地）种树种草，固滩绿化。

在某年伏汛到来之前，抢时间完成以上各项。洪水将临，及时挖通：两段左槽，分头与三湖河口附近的旧河道挖通；一段右槽，上下两端分别与刘柱拐子、公格尔附近的旧河道挖通。在沟通水道的同时，把长堤贯接起来：切断刘柱拐子与三湖河口之间的旧河道，使第一、第二两分段长堤贯接；切断三湖河口与公格尔之间的旧河道，使第二、第三两分段长堤贯接。

如此，四处险情都能得到缓解。聚集在史三河头的水流，部分通过管状渡槽扬入堤左新主槽内，就减轻了对右岸的冲蚀。三湖河口的水流，因原先上游来水被阻断，上游下游又都有挖深的空主槽容水，险情将能全面解除。刘柱拐子附近，因上游来水减少，下游又有新主槽通畅排水，险情也会解除。公格尔附近，因原先上游来水被阻断，新水源是通过挖深的空主槽从刘柱拐子流来的，水势缓慢得多，险情也会解除。

汛期过后，可利用桥下闸门调节流量，轮流控干主槽，分别整治，切齐挖平左右槽床，使双主槽结构臻于正规。

其余各处，可仿此模式治理，左右配合，开槽排险。

八　包头、达拉特险工段

黄河河道在包头市和达拉特旗之间流过时，虽然沿岸发生的

险情仍不外乎：左右来回游荡，河水冲蚀堤岸，吞食大片土地；但是，这里的自然条件和经济环境与上游几段大不相同，因此，险情的成因与后果也有自己的特点。这些特点可概括为如下四种：

（一）从鄂尔多斯高原冲下泥石流。

达拉特旗有著名的“八大孔兑”。“孔兑”是蒙语，汉语译作“沟”、“川”、“河”。这些“孔兑”都是季节性的河流，平时几乎无水，逢汛期雨季常有洪水暴发。大量“孔兑”的形成，是鄂尔多斯高原北部黄土丘陵沙滩区的地质、地表、气候条件所致。本区高处存在底蚀作用，土质疏松，谷底陡斜，植被稀疏，且降雨稀少，蒸发旺盛。遇雨就冲刷成沟，沟程短，比降大。暴雨来时，坡面水流湍急，挟带大量泥沙向沟的下游冲袭。下游谷底平坦，地形开阔，泥石流直泻黄河。

（二）包头大城市与工业区从黄河取水量大。

达拉特旗的对岸就是包头，大城市用水和工业用水都要从黄河取水，需求量大。取水点主要有二：包钢水源地，位于柳林圪梁对岸，西柳沟沟口；包头自来水厂，位于古城湾镫口。

（三）引自三盛公枢纽的北总干渠至此已结束，只剩几道泄水渠，而新的灌渠则在此开端，须从黄河扬水入渠。主要的渠口扬水站有三：镫口扬水站，供民生渠；五犋牛扬水站，供民族团结渠；皿巳卜扬水站，供民利渠。

（四）北岸有源出阴山山脉的黄河支流。

这些支流，与达拉特旗“八大孔兑”完全不同，常年有水。且因多处设有水库，又有天然湖泊，支流流量可以调节。这些活水源源不断注入黄河，本是大好的有利条件，但因沟口多缺乏坚固的工程设施，却又促使堤岸发生险情。

面对这些特点，我们要重新反思：黄河的双主槽结构设计在这段区有无必要？有无可能？有何用途？如何运作？以下分三方

面来剖析，作为回答问题的参照。

针对发自鄂尔多斯高原经“八大孔兑”冲入黄河河道的洪水泥石流，双主槽结构既可承担屏障，又可便于事后清理。设置双主槽，就使包头市濒临的黄河主槽之南还有一道长堤，长堤之南还有一道右主槽，构成了两重缓冲地带。“八大孔兑”冲下的洪水泥石流，首先由挖深了的右主槽接纳，右主槽装满了，还有脊梁长堤来抵挡。这就大大减轻了对包头河岸的压力，免除了灾险。暴雨过后，可以关闭右槽上游端的闸门，在几十公里右槽内全盘开展清除泥石流的挖土工程，在几个月内就能使右主槽恢复通畅。

“八大孔兑”沟口与右主槽的衔接部，应有妥善的工程处理。为了使开挖右槽的作业能常年进行，可在沟口或靠近沟口的控制点设置闸门；在闸门以南设置蓄水池，使灌区泄下的退水可以暂存。(有的“孔兑”，例如罕台川、下游沟底已经淤高，高于沟的两岸；这样的沟本身也该用开挖工程年年排淤。这已属于支流治理问题，本文不赘。)从观念上应当明确：这些衔接部应该是跟北岸无关的，在北岸之南的左槽与南岸之北的右槽之间，应当有足够宽足够高的脊梁长堤横贯。假如现有河道不能腾出足够的宽度来设置脊梁长堤，南岸村庄应当主动后退，让出土地来开挖右槽。

左岸怎么办？左岸的消灾、供水、纳川三件事，怎么协调兼顾？左主槽究竟是常年始终过水，还是也有控干清淤的旱地作业？

思路的第一个基点是，必须保证包钢、水厂的供水，必须保证三道灌溉干渠渠首扬水站的供水。以这为逻辑前提来考虑左槽的清淤问题，才是正确的思路。第二个要点是，必须树立清淤目标。清淤的具体方式，可有不同选择。例如，通常年份采取疏浚操作，特殊年份采取开挖操作；但是，左岸险情总必须找到根治

办法，这一目标是不可懈怠的。以官地至康焕营险工段为例，河道游荡险象频发的危局，总该有根本扭转的措施。以控干开挖方式整治左主槽的作业，哪怕三年一度也罢，五年一度也罢，毕竟应当力争设置。

基于这两点，提出如下三条措施：

1. 修建巨型蓄水池。在包钢水源地，在自来水厂水源地，在三道灌溉干渠的渠首，分别修建巨型蓄水池，其容量足够供三个月的用水。

2. 左岸支流的入河沟口，设置闸门和扬水站。为控干左主槽而关闭沟口闸门时，从沟内溢出的水，有的（例如五当沟口）通过管状渡槽跨越脊梁长堤输进右主槽，有的（例如阿善沟口）通过管道输进附近的巨型蓄水池。

3. 在跨越左主槽（或双主槽）的若干公路桥梁下安装闸门，以调节左主槽（或双主槽）内的流量。工程需要时，可分段控干，以便分段开挖。

有这三条措施，消灾、供水、纳川这三件事就可能兼顾了。例如，计划在某年3月至6月挖深某段左主槽，就预先在五大巨型蓄水池内贮够需用的水，并将支流来水引出左槽，准备妥当，就可以把这段左主槽内的水放干，开挖清淤，整修堤坝。某处若须裁弯取直，可预先在凸岸滩地垒好一段脊梁长堤，在其内侧（旧河道的反向一侧）挖深新主槽（这一施工策略，见上文）。

本区段的具体险工，可分五小段分别略述。

第一小段，从达拉特旗四村乡的元成濠险工，经包头郊区全巴图乡的三义口、南圪堵险工，又经达拉特旗四村乡的下羊场险工，再经包头郊区的包钢水源地，直到达拉特旗解放滩乡的柳林圪梁险工。这小段值得注意的情况有三：一是，在三义口与南圪堵之间有东大渠泄水注入黄河的退水口，影响水势的稳定，促发险情。二是，在柳林圪梁西边有西柳沟（“八大孔兑”之一）入

黄河的沟口，沟口对岸就是包钢水源地。西柳沟的洪水特点：洪峰高，历时短，含沙多。它历来对黄河防洪有严重影响。1961年与1966年夏，西柳沟洪水暴发，堵塞黄河，洪水淹没了包钢水源地工程。三是，在下羊场和包钢水源地一带，地质条件十分有利。此处就是所谓“昭君坟天然固定节点”。钻探资料表明：左岸是第四纪地层，在12米以下有太古界片麻岩出露；右岸有元古界地层出露。这些岩层，将来可用作修建跨越双主槽与脊梁长堤的大型桥梁的桥基。同时又可利用两岸的坚固支撑，筑一道人工长堤把西柳沟沟口跟包钢水源地隔绝，又制止东大渠泄水水势游荡。

第二小段，从达拉特旗大树湾乡的王黄毛圪堵险工，经包头市郊区河东乡的南海子险工，又经达拉特旗德胜太乡的贾家河头险工，直到包头市郊区古城湾乡的镫口险工。这一段值得注意的情况有三：一是，在古城湾镫口，有相当集中的、取水量相当大的引水工程，既有镫口扬水站，取水供民生渠，又有包头市东河区自来水厂在此设泵站汲水。二是，此处河道形成颇大的河湾，镫口恰恰位于这大河湾的湾顶，在它的上游是南边的贾家河头，河水从南向北对着镫口流来，在它的下游是官地，河水过了官地就又返向南流了。三是，这大河湾的凸部滩地，就是黄河的西黑豆濠故道。以往总是担心黄河水势重新冲入故道，万一如此，民生渠和自来水厂就断了水源。鉴于这三点情况，按照未来双主槽河道结构的新思路，可提出如下构想：（1）在西黑豆濠故道南沿正式开挖河槽作为右主槽，在故道北沿筑起高堤作为脊梁长堤；（2）镫口沿岸，一方面修筑大型蓄水池（北岸支流阿善沟的沟口就在镫口下游附近，沟水亦可注入这蓄水池），另一方面数年一度把左主槽控干，彻底挖深，整治堤坝。

第三小段，从包头市土右旗沙尔沁乡的官地险工，经新河口险工，到大城西乡的康焕营险工，有约10公里连绵不断的险工

险情；在它们对岸，有达拉特旗榆林子乡的丁家营子险工。黄河河道在此处来回游荡，摆成了“三道弯”。这走势的形成，与历史上的南岸洪水有关。1989 年 7 月 20 日至 22 日，鄂尔多斯高原普降暴雨，八大孔兑相继山洪暴发，相邻的哈什拉川和母花沟两大孔兑里的大量泥沙涌入榆林子乡，冲向黄河河道，形成许多沙坝，抬高了河床，淤塞了河道，改变了流向，使主河道大范围北移。因此，这段河道治理的要点在于：在南岸滩地勘测开挖新槽（作为右主槽）达到足够深度，在哈什拉川与母花沟入右主槽的沟口修筑规格较为先进的衔接工程。以此为前提，方可能彻底解救现行河道（作为左主槽）的险情。

第四小段，右岸为达拉特旗吉嘎斯太乡的召圪梁险工，它的对岸是包头市土右旗五椇牛窑乡的民族团结渠渠口险工。这一小段，貌似不长，险情却重。由于河道长期被洪水泥沙淤塞，畸变严重。渠口由于河道频繁变动，河床北移，引水点不固定，泵站后池被迫移位，以致灌渠因而停灌，威胁五椇牛干渠和民族团结渠的灌区十多万亩农田的正常灌溉。这一小段的治理思路，与第三小段相仿，仅在渠口扬水站设置蓄水池这一点上与第二小段相同。

第五小段，右岸为准格尔旗蓿亥树乡的李三濠险工，它的对岸是包头市土右旗将军窑乡的皿巳卜险工。这段险工，上下约10 公里，80 年代以来演变成险情十分严峻的畸形河湾，当地称为“李三濠河湾”。李三濠村已有万余亩土地被冲蚀入河。在李三濠对岸，上游是民利渠渠口，下游是皿巳卜险工。1975 年 9 月，黄河在皿巳卜冲断防洪堤，改筑新堤又被冲断，后来只得以民利渠的南堤为防洪堤。河势至今威胁民利渠的正常灌溉。这一小段的治理思路，与第四小段相仿。

九 十二连城上下左右险工段

这段黄河，右岸是伊克昭盟准格尔旗，左岸是包头市土右旗接呼和浩特市托克托县。

与上一大段区相比，本段区在许多方面都有显着不同，可概括为如下四方面：

（一）右岸支流。本段区虽然也有沟，但没有像达拉特旗“八大孔兑”那样洪水和泥石流猛烈暴发的大沟。

（二）左岸渠道与支流。在民利渠以东，再没有从黄河汲水的干渠，取代汲水渠道的是哈素海退水工程。而支流数量则大增，许多支流先汇入大黑河，经由大黑河在托县注入黄河；少数支流在托县以南直接注入黄河。众多支流形成“万水归托”的态势，雨季到来，黄河充溢，因此历史上称此地为“河溯之地”。

（三）右岸有天然节点三处：三道拐、二道拐、头道拐。这三处黄河右岸的地质构成属于中下更新统的湖相沉积半胶结粘土，抗冲刷性能强，形成台地陡坎。三道拐与二道拐位于十二连城西北，成了这座稀世珍贵古迹的天然屏障，黄河几千年冲刷改道，竟从未触及这块台地。头道拐位于十二连城东北至东侧，成了这一古迹的“贴身护卫”。头道拐对岸的地质也属于中下更新统硬粘土，两岸之间的夹缝呈现为阶梯状的陡窄浅滩。

（四）左岸有天然节点两处：除了上述位于十二连城对岸的节点之外，还有蒲滩拐节点，位于托克托县河口镇下游。蒲滩拐的地质构成，上部有黄土和中下更新统湖相沉积的半胶结粘土，下部则是上新世泥岩以及砂砾岩，抗冲刷性能很强，形成凸岸。在这节点控制下，黄河河道顺直流向喇嘛湾。

面对这样的支流、地势、地质特点，围绕双主槽设计思路，要考虑的主要问题有如下两个：

问题之一：如何处理双主槽及脊梁长堤的选址与天然节点的关系？

原则是，天然节点应予充分完好保存，力戒人工破坏。三道拐和二道拐的右岸，属于鄂尔多斯高原北缘的粘土台地，台地跟高原的天然连结不应切断。因此，右主槽的选址不应在三道拐、二道拐右岸的岸地上，而应利用现行河道。头道拐紧贴十二连城，更不可能在其右岸之右另挖一槽，只可能利用现行河床作为右主槽。

这一原则确立之后，逻辑的推论必然是，要在土右旗地界上，把现有的河岸修筑成脊梁长堤，又在长堤之北开挖左主槽。这样，就会遇到两大问题：首先涉及占用土右旗大片土地的问题。这问题的解决思路是，在组建“河套治理实业公司”时，将占的土右旗土地的地权应如数折合成投资份额，在公司章程中必须承认土右旗拥有足够数值的投资。其次涉及左主槽与脊梁长堤遇哈素海退水渠时的交叉问题。交叉方式的设计，必须让退水注入黄河之处，入左主槽与右主槽有随机选择的可能。为此还须设置退水渠跨越脊梁长堤的管状渡槽。

长堤之北的左主槽进入托县境内，就意味着让它走历史上“河溯之地”的黄河故道。走故道，在当代却会遇到一系列新问题：穿过中滩乡的众多村落，与麻地壕扬水站输水渠的立体交叉，与大黑河的立体交叉，与托县城关通往河口镇的公路作立体交叉……

走这故道，到哪里为止？故道再长也不会超过蒲滩拐。必须在蒲滩拐这个天然节点以西，把左主槽引回现在的黄河河槽。

问题之二：双主槽结构在何处收尾？

双主槽收尾的选址，只有两个可能：或在喇嘛湾，或在蒲滩拐。从喇嘛湾往南，黄河进入峡谷，再无必要设置脊梁长堤。

那末这终点有没有可能不在喇嘛湾，而提前到蒲滩拐呢？这

取决于从蒲滩拐至喇嘛湾这段河床的疏浚条件。假如有先进的疏浚设备，有正规的疏浚制度，不但能清除左右岸滩附近的淤泥，而且能消除宽阔河道里的河心洲地，那末，脊梁长堤不再延伸到这一河段，将是更为理想的设计方案。这里将成为一处有开阔景观与丰富文化资源的旅游胜地。

此文首刊于《科学中国人》1999年第10期

三门峡库区暨小北干流河道治理的一体化构思

一　从禹门口到三门峡黄河现状

从禹门口到三门峡这段黄河河道，历史上一向是通畅的，两岸滩地自然得到利用，从未听说闹灾。自1961年三门峡大坝启用以来，河道状况急剧变化。1961～1964年间，三门峡滞洪区严重淤积，十几个月间淹了十几个县，渭河水入黄河不畅，水头向西逆上百余公里，洛河水入渭河不畅，水头向西北逆上百余公里。1964年，三门峡大坝改建（打穿底孔），灾情缓解。但40多年来河床淤泥缓缓积累，床底持续抬高，逐渐引发一系列险情。这一根本性的变化，向我们提出了严峻的挑战，不容我们不正视。

从小北干流北端的韩城说起。流经晋陕峡谷的黄河水，到龙门出峡谷，到禹门口进入开阔地带，先冲向东南，后转向西南，一路南下，左岸（东岸）是山西省河津县，右岸（西岸）是陕西省韩城市。虽然这里距三门峡有三百公里之遥，但由于三门峡大坝抬高了整个库区和小北干流的水位，水流不能畅快南下，只能向两侧铺开，汛期铺得更宽。韩城的地势本来就低于对岸河津，再加上河津沿岸筑了一系列挑流斜坝，把水向西拨去，结果，从禹门口向南黄河流经韩城的40来公里段区内，主流全面向西倾

倒，夺村淹田。沿河17个村庄被迫后迁。黄河滩地面积由70年代初期的23万亩逐年锐减，现已不到1万亩，可耕地只有1800亩。60年代曾修建过11公里防护工程，已全冲毁。在芝川镇入黄河的支流涺水，一遇黄河洪水就从川口倒灌，波及县城川道8公里，造成万亩农田严重盐碱化。最严重的一次是1991年，黄河洪水倒灌至南周、北周村，冲断东少梁村道路，群众被洪水围困两天三夜，700多亩麦田当年颗粒无收。

再看南面的大荔、华阴、潼关几个县。60年代以来，三门峡库区西端的潼关河床底不断抬高，30多年抬高了5米。1992年6月潼关高程达到328.4米。从咸阳向东流向黄河的渭水，在潼关注入黄河之前，左岸（北岸）是大荔，右岸（南岸）是华县、华阴县，由于黄河顶托，现已成为“地上悬河”，临背差达到2~3米。汛期，渭河下游洪水形成“高含沙，长历时，高水位，小流量”的状态；非汛期，河道宽浅散乱，险情不断。如此交替，恶性循环。在潼关，“黄河夺渭”问题日趋严重，渭河入黄口已向西移了5.2公里，并在河口形成拦门的沙坎，使渭河洪水难以下泄。流入渭河的南山支流，因河口淤积而入渭不畅，甚至出现支流倒灌（这已是黄河的支流的支流倒灌）的局面。大荔县北端的华原村，1970年发生掏岸，后退4公里，损失耕地8万亩。大荔县南端的牛毛湾也发生过掏岸。1979~1982年间，这两处修建防洪工程。中段的雨林村则在1985年也修建起防洪工程。1996年1月下旬，渭河下游和黄河大荔段相继发生凌汛，河水从潼关向西返回，水面涌高1.5米，漫上岸滩，其水位之高，淹没灾害之重，历史罕见。大荔县曾在1960年向他地移民十多万，1985年经国务院批准回迁，实际移回9万人；这些回迁移民都生活在凌汛、伏汛洪涝频繁的河滩上，异常困苦。

小北干流的左岸（东岸）是山西省侯马、运城地区。北段与韩城隔河相望，有汾河入黄口，属河津地界；南段与大荔隔河相

望，有涑水河入黄口，属永济、蒲州地界。总的状况比西岸好，一因地势较高，二因修建了挑流工程。虽然如此，却正由于长时间把黄河主流向西挑去，大大淤高了西侧河床，遇到超量伏汛，洪水被西侧高床反弹回来，竟然从汾河、涑水河入黄口倒灌上来，形成历史上闻所未闻的险情。1997 年夏已发生这种情况。有此先例，今后难保不重现。

从潼关往东，是百余公里长的三门峡库区，左岸（北岸）是山西省芮城地区，右岸（南岸）是河南省灵宝地区。暂时没有爆发重大险情。但是，库区床底正以每年 20～30 厘米的速度抬高起来，两岸盐碱化与岸体滑坡逐年加剧增多。假如问一问：五十年后，水位会抬得多高？水头会漫上岸滩多远？情境不堪设想。今天韩城、大荔的情境，那时在这里复现的话，又该怎么办呢？

二　此段河道治理的根本措施

对策是什么？概括地讲：槽要挖深，滩要牵固。

先说挖深。在 60 年代以前，这一段区的黄河水能携带大量泥沙顺畅地奔向下游，泥沙有淤有排，不在当地形成祸害。自三门峡大坝建成运营，形势有了根本变化，河水下泄不畅，泥沙排得少，淤得多，并且这形势已成定局，再也不可能回到过去。唯一出路是靠人工清除淤泥。淤泥如何清除？假如采取水下疏浚的办法，效率太低，成本太高，能量的耗费将超过三门峡大坝发电所供应的能量，常年如此，赔不起。因此必须以旱地开挖的高效率作业来取代水下疏浚。可是，蓄满了河水的库区和干流又怎么进行旱地开挖呢？

办法是：建立双主槽。在河心筑起一道“脊梁长堤”，把一条河隔成两条槽。每条槽，水面宽百米，槽心深 30～40 米。在两槽上游端设置调节闸门，使两槽能轮流行水，轮流控干。在控

干的几个月内，在几十公里长的作业巷道内进行旱地开挖。

双主槽河道结构，既能制伏凌汛，又能解除伏汛。每年封冻之前，提早使一槽流干，让河水集中在另一槽内结冰过冬；开冻之时，闸门作相反开闭，让河水只走干槽，使冰下存水自行流干，冰面在原地塌陷融化。如此，河面流凌上岸为害的局面将不再出现。伏汛到来之前，保证左右两槽轮流挖深完毕，洪水来时，两槽闸门同时放水，挖深的双主槽充当大容量的蓄洪道，足以削平洪峰，免除两岸洪涝。

挖出的淤泥怎么办？这大量泥沙，是用之不竭的土方资源，有的可以提炼稀土金属，有的可以加工成建筑材料，有的可以改造成酸碱适度、含有机质的肥土，有的可以就近堆在两岸加固堤坝。换句话说，这常年挖深的动态治理，给兴办新的实业提供了持久的门路。这样的实业如何成为治黄工程的有机组成部分，下文再谈。

再说牵固。“牵”字点出了护岸工程的特点：以张力结构取代重力结构。包滩工程自古已有，但传统工程以重力结构为主，不能抗拒激流冲蚀。石笼的笼网虽有张力因素，但张力范围很小，整体仍以重力压岸为主。古时抢险所用的埽工以张力结构为主，在岸上打桩，以绳索牵住埽条，一条条放入水下，起到护岸作用；但埽条是用秫秸、芦苇、树枝等捆成的，只能在紧急关头临时用用，不能耐久。一经换成耐久材料，张力结构又消失了，仍依靠重力压岸，仍抗不住洪水冲掏。要从这样的徒劳循环中解脱出来，必须代之以现代化的张力结构包滩工程。

现代化的张力结构包滩工程由以下三个要素构成：（一）近水一线埋设、叠垒由钢筋混凝土预制件联结而成的“排墩堤壳”；每一预制件呈环状，内部有许多大孔，既有包盖滩土的功能，又能在孔内种草植树（水面以上以下分别种植不同品种），使土方包滩能与生物包滩互相结合，实现滩地绿化。（二）远水一线插

下一系列桩柱，桩应向大岸方向倾斜，以加强抵抗外拉的强度。（三）这两线之间相距80～100米，用防腐缆绳牵引，使“排墩堤壳”全部被桩柱牵固。争议点：这两线为何要相距这么远？可否缩短距离？答：若桩柱离河水太近，长久被滩边泥水浸泡，桩根土质松软，柱就不能立稳，“排墩堤壳”就不能得以牵固。足够的距离是张力结构得以成立的必要条件。

为使重力不抵消张力，反而能辅助张力，岸滩的斜面不可太陡，底角约为30～40度。这样，滩地的面就会很宽，如果连水面以下的斜坡加在一起，从槽底到滩顶的长度可能达到150米。占地是不是太多了？坡面是不是太坦了？如果考虑到整个坡面都有生物包滩工程跟土方包滩工程镶嵌交织而成，这么宽的岸滩全能形成绿化带，就不会嫌它占地太多了。

张力结构的包滩工程应布置成4长条，因为双主槽河道结构的每条主槽都有两面坡。4条中，居中两条是“脊梁长堤”的滩面，工程建法与长堤的利用方案相关。从禹门口经潼关到三门峡约三百公里的“脊梁长堤”，可建成高速公路和轻轨铁路的路基，两旁可布置成有旅游价值的“长堤公园”，高速公路必定还有进堤出堤的桥梁，铁路必定还有若干车站。若如此，张力结构的桩柱就可由路基的钢筋水泥架柱来兼任，而岸滩绿化带则成为公园的生态背景。4条包滩工程中的外侧两条，则是大岸边缘的绿化带。有稳滩固堤绿化带防护，更宽的大片岸地就有足够面积经营林业药业，营造牧业渔业基地，建造疗养度假、古迹游览设施。

三　摆脱多头管理造成的人为障碍

此段河道治理之难，不仅难在工程量大，决策难择，而且还难在遇到了多头分散的现行行政管理体制。

小北干流和它的两岸，分属山西、陕西两省，库区两岸分属

山西、河南两省，库区则归三门峡大坝电站来管。在省水利厅管辖范围内，下设市县两级水利管理机构，把权限和职责进一步分解。遇到水利工程，在工程的规划、立项、设计等前期工作方面都由水利行政主管部门负责，一旦进入实施阶段，建设单位就脱离水利行政主管部门而独立设置，在工程实施的管理和运作上造成更多不协调。黄河水利委员会固然是一个超县市、超省界的高级机构，但黄委会下属的分支机构却又跟市县水利管理机构并列，互不商议，互不咨询，无从形成协调一致的意向。由于存在这样的现行管理体制，此段河道作为整体的根治工程就无人操心了。能有的只是各顾一面的小动作（例如上文提到的河津县沿河筑起挑流工程自护岸滩），而不可能对整体根治作出任何贡献。

如何摆脱如此多头分散的管理体制所造成的人为障碍，使治河大业能在新形势下有所推进呢？

按照知识经济时代的新型产业运作机制，建议如下步骤：

（一）筹组跨省市县而又游离于行政管理、工程实业之外的设计公司——“三门峡库区暨小北干流河道一体化治理设计公司”。这公司以设计产业（属第四产业范畴）的智能劳动法人经济实体身份进行登记注册，其任务是进行长达10～20年的全面设计，设计人员无固定编制，而是广泛吸纳全国范围（当然包括晋陕豫三省）各行各业专家（包括离退休科技人员）的创造性劳动形成综合性设计能力。设计公司的职责是汇集各专业设计方案，经过评估，确认这些设计劳动成果的可行性科技含量，认定为将来治河实业公司可采纳的技术要素，及时估算出相应的智能产值，及时向参与者提供劳动报酬——部分地垫支工资，部分地登记贷出（参与者知识产权作为该治河实业公司内投资份额的陆续认定）。

（二）设计业绩一方面以沙盘微缩模型展览厅作为向全社会开放的窗口，另一方面以详细的水文、地质、气象、地温、土

壤、土方、道路、生态、林药、牧渔……等等资料为不断充实扩大的库存后院。设计要经历从虚到实、从粗到细、从文字到数据图纸的发展过程，以期设计方案将来达到能报国务院黄河水利委员会批准的成熟程度，以期全套方案将来成为在国际（包括国内）公开招标引资的可靠依据。

（三）设计构想必须在将来的治河实业公司章程中设定晋陕豫三省各有关市县的相应股权。此段河道的各分段与河岸滩地，在将来的工程实际运作中，当然必须统筹安排，避免各自为政，但是，各市县对相应河道与滩地的所有权必须得到确认与保持，实业公司章程应有条款规定如何将河道滩地所有权由地界面积折合成投资份额，按此份额在治河实业公司将来的每年纯利中享受权益分配。章程还应同时规定，三省各市县在实业公司从业人员队伍中各占一定的就业名额。

有这三大方面的转型措施为铺垫，将来由国务院批准招标，批准治河实业公司运营，现行多头分散的管理体制对治河工程的种种障碍就有可能逐步消解。

四　设计公司应予统筹的工程项目

“三门峡库区暨小北干流河道一体化治理设计公司”有责任统筹的工程项目很多。其中主要的有：

（一）禹门口控水多孔闸门的设计。在禹门口之南，河心有一座巨大岩石，把河道隔成两股。以这巨岩为依傍，恰能在它左右修筑两道高坝，每道安装多孔闸门，将来轮流启闭。设计公司要对高坝闸门的修建先期进行勘测设计。

（二）脊梁长堤的中轴线与两侧岸沿的线位设定。禹门口河心巨岩是这脊梁长堤的天然北端，以此为始点，向南延伸，哪段该偏东，哪段该偏西，须根据地质状况来定。行至韩城南端，以

及之南的合阳县东一线，河心原先就有多处沙洲，哪些可充任脊梁长堤的延伸段落，哪些则因过于靠近西岸而以铲除为宜，也应经过勘测而划定。至大荔东南、潼关北沿，河道转向东，长堤也要随之转向东，此处水势床势都很复杂，又是勘测重点所在。

（三）脊梁长堤上的公路路基与轻轨铁路路基设计。铁路路基设在长堤中轴线上，公路路基位于铁路两侧 。同时还应兼顾公路的进堤出堤桥梁选址、铁路的车站选址。

（四）“排墩堤壳”预制件规格与堤壳牵固施工程序的设计。

（五）脊梁长堤填垒与双主槽开挖相互为用的工程程序设计。例如，从韩城市东北角开始，先由河心巨岩南端出发，填垒一段长堤，堤上及时设定铁路公路路基桩柱，长度暂不超过40公里；继而，在关闭巨岩西边闸门的条件下，在这段长堤的西侧挖深河槽，槽内挖出的泥沙，东运者垒高长堤，西运者垒高韩城沿河滩地，同时在韩城东边全段河岸修筑具有张力结构的包滩工程；然后，闸门西启东闭，在这段长堤的东侧挖深河槽，槽内挖出的泥沙，西运者垒高长堤，东运者垒高河津沿河滩地，同时在河津西边全段河岸修筑具有张力结构的包滩工程。以这一段落的工程程序为模式，自北向南逐段延伸；到潼关转弯，自西向东逐段延伸。如此分段设计工程程序。

（六）黄河各支流入黄口的水道立体交叉工程设计。为了给将来常年运行的左右槽轮流挖深作业创造适宜条件，须预先设置好各支流入黄口的两可结构。例如，浭水流经韩城在芝川镇注入黄河，就近进西槽是一种可能，假如遇上西槽正在进行旱地开挖，就必须把浭水河口水流用渡槽悬空东引，跨越脊梁长堤（穿过路基）注入东槽。又例如，汾河流经河津在北裴庄注入黄河，就近流进东槽是一种可能，假如遇上东槽正在进行旱地开挖，就必须把汾河河口水流用渡槽悬空西引，跨越脊梁长堤（穿过路基）注入西槽。

（七）河泥加工产业的设计。从双主槽挖出的泥沙，除了前期用于垒高堤滩，还应有今后长期用途的开发，为此须设计专业化的淤泥加工产业。每年挖出的大量淤泥，可看作矿砂，综合利用。综合利用的思路和加工工艺，须预先设计（例如，提炼稀土金属，加工成建筑材料、改造成肥土等），产品销路和需求量，亦须预先估算。

（八）林带的草种、树种筛选。4 条林带该种哪些品种的草和树，应当因地制宜。水下种哪些？临近水面上下宜种哪些？低滩种哪些？高岸种哪些？都须经寻访、选择、试点，力求达到既有较高成活率，又有较高经济价值。

（九）药业、牧业、渔业基地规划。脊梁长堤的公路两侧，可建若干药业基地。大岸的滩地以内大片土地上，可建多处药业、牧业、渔业基地。设计公司应对基地的选址和产业内涵先期作出规划。

（十）疗养、度假、古迹游览设施规划。大岸的滩地以内大片土地上，还可布置一批疗养度假建筑群，将来可以此为依托，为游客组织古迹游览。小北干流周围古迹甚多，例如：龙门、司马迁祠、梁山千佛洞、东岳庙、西岳庙、关帝庙、潼关十二连城、华山五峰等。

（十一）长堤上的铁路与公路设计。

（十二）长堤公园游览设施规划。除了设想有沿双槽的高架长廊和钓鱼台，还可设想有直升机或飞艇接送游客往返于龙门三门峡之间，俯瞰清槽绿带河滩新貌。

此文首刊于《科学中国人》2000 年第 10 期

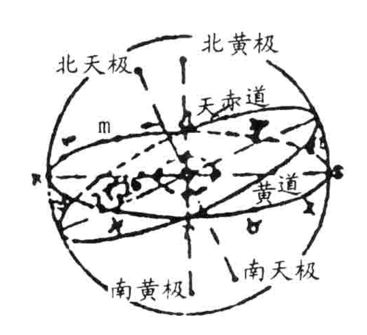
理解"黄道"概念的难点所在

——从《辞海》"黄道"条附图谈起

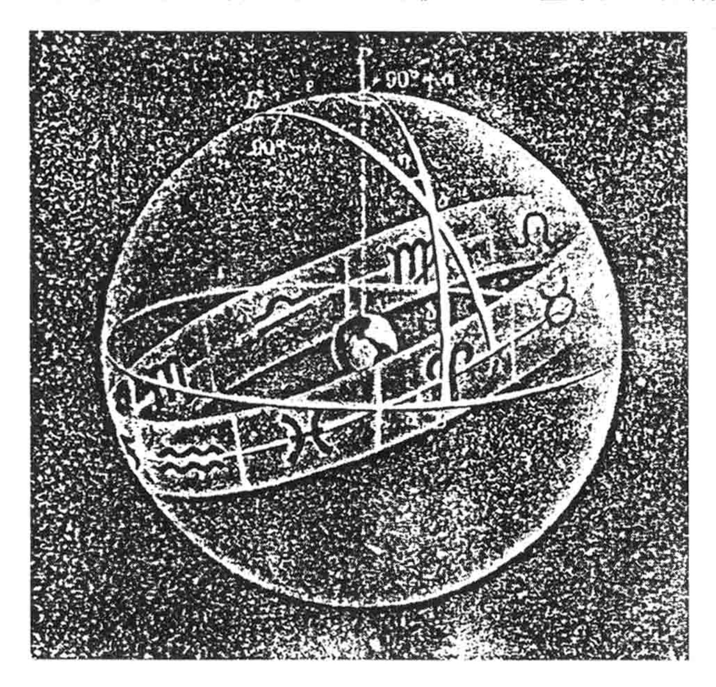
天文学的"黄道"一词，它的古代定义是："太阳于一年内在星座间穿行的视路径"，而它的当代定义则是："地球的公转轨道平面与天球相交的大圆"。如何落实到几何学事实来准确地把握这概念，从而使古代定义与当代定义在逻辑上协调一致，是当今向中小学学生普及天文知识时面临的一个难题。上海辞书出版社1989年出版的《辞海》一书，P.2307有"黄道"条，附图有所失误，对读者作了误导，干扰了科普工作。本文拟在指出其失误的同时，剖析这失误的成因，以便让科普工作者更清醒地看到中小学学生理解"黄道"概念的难点所在，有效地改进科普工作。

先把两张图作一对比。

图一，《辞海》P.2307"黄道"条附图：



图二,《中国大百科全书·天文学》P.380 左半页上方附图:



这两张图上,有些星座符号是相同的,所在位置也相仿。每张图上都有两个椭圆环相交,每个椭圆环表示一个平面的周界,赤道平面的周界是天赤道,黄道平面的周界是黄道。交点有两处,也就是两平面交线的两个端点。按透视画法,远离我的那个端点画在图中心的上方,靠近我的这个端点画在图中心的下方。请注意下方这个近我的端点,近旁有一个“白羊座”符号(上图标在这交点之下,下图标在这交点之右上)。在“白羊座”符号右边是“金牛座”符号(上图标在其右,下图标在其右上)。在“白羊座”符号左边是“双鱼座”符号(上图标在其左,下图标在其左下)。但是,要特别注意的是,相仿位置的椭圆环所勾勒的平面的意义,在两张图里却是相反的。

在上图里,竖直的那条直线,是“黄道坐标系”的轴,上端

标有“北黄极”，下端标有“南黄极”。与此相应，黄道面（地球绕太阳公转的轨道平面）在图上取水平位置，在这平面的右近边缘旁标有“黄道”字样。这图上从左上划到右下那条直线，是“赤道坐标系”的轴，左上端标有“北天极”，右下端标有“南天极”。与此相应，天赤道（地球赤道平面延伸出去与天球相交的大圆）勾勒出来的平面，在图上的位置取“左倾低，右掀高”的方向，在这平面的右远边缘旁标有“天赤道”字样。

在下图里，天赤道取水平位置，正中央的竖白虚线是“赤道坐标系”的轴，顶上的白色“P”字标出“北天极”。图上最引人注目的是一条宽带子，上面画有一些星座符号。宽带的白色中位线就是黄道。古希腊人在黄道南北两边各9度处各划一条线与黄道平行，在这两条边线之间（宽度为黄纬18度）的环形区域，就称为“黄道带”（zodiac，原意为“动物圈”），图上最显著的宽带子所表示的就是它。

两图的概念内涵分歧，在回答如下问题时就明朗暴露了：北半球的夏至那天，黄道在天球上的位置是在天赤道以南还是以北？上图的回答是：以南。下图的回答是：以北。这两种回答，可以按如下的线索来观察而发现：“白羊座”符号所在位置，是天球上的“春分点”（太阳的周年视路径在古代经过白羊座附近的日期是3月21日至4月19日），从“春分点”出发，沿逆时针方向（假想我自己站在北黄极或北天极那位置朝南看）转动（模拟地球绕太阳公转的转动方式），转过30度，就见到“金牛座”符号（太阳的周年视路径在古代经过金牛座附近的日期是4月20日至5月20日）。沿这转动方向继续前进，再转过60度，就到达天球上的“夏至点”了。既然这样，天球上的夏至点就在图上圆球的右边边缘；注意这右边边缘的南北，可见到，在上图里，黄道在南而天赤道在北，在下图里则相反，黄道在北而天赤道在南。

谁对？谁错？

《中国大百科全书·天文学》P.379右半页下部有这样几句话："太阳沿黄道从赤道以南向北通过赤道的那一个交点称为春分点……黄道上与二分点相距90°的两点称为二至点。其中，在赤道以北的为夏至点，在赤道以南的为冬至点。"以这释文为依据，当然很容易判断，下图是对的，上图是错的。但是我们并不满足于这种"信赖权威"的思考方式，我们要落实到几何学的事实来检验谁对谁错。

观察几何学事实，有两个着眼点。

第一个着眼点：地球公转轨道平面与地球赤道平面两者相交所形成的位置关系，在北半球的夏至这天，相对位置如何？假定以地球公转轨道平面为基准面来看，当地球公转到达"北半球夏至"这点时，地球赤道平面的空间方向必定是：挨近太阳那侧（中午前后）向南倾下，远离太阳那侧（半夜前后）向北掀起。现在设想，地球公转轨道平面与地球赤道平面都向四面八方延伸出去而与天球相交，我们着重观察两个方向的相交点位置：（一）向着背离太阳的方向。在地球公转轨道平面内，从太阳球心到地球球心作一直线，并穿过地球射向天球，交天球于"黄道的某点"。从地球球心出发，沿赤道平面向着背离太阳的方向作一射线，射向天球，交天球于"天赤道的某点"。这两点的相对位置必定是：黄道的某点在南而天赤道的某点在北。（二）向着朝向太阳又越过太阳继续远去的方向。在地球公转轨道平面内，从地球球心到太阳球心作一直线，并穿过太阳射向天球，交天球于"黄道的某点"。从地球球心出发，沿赤道平面向着朝向太阳的方向作一射线，它越过太阳以南的方位射向天球，交天球于"天赤道的某点"。这两点的相对位置必定是：黄道的某点在北而天赤道的某点在南。

为了认清相反方向的交点造成相反的相对位置究竟各自处于

什么样的条件之下，我们还要同时注意到太阳、地球、黄道某点三者的排序。上述情况（一）成为我们观察的注意点时，黄道某点与地球处于太阳的同一侧，即，在三者排成一直线的情境中，太阳在一端。上述情况（二）成为我们观察的注意点时，黄道某点与地球处于太阳的相反两侧，即，在三者排成一直线的情境中，太阳居中。

第二个着眼点："北半球夏至"这天地球在公转轨道上的位置与黄道"夏至点"的位置，两者究竟处于太阳的同一侧还是相反两侧？关键在于要理解：两者并不在太阳的同一侧，而是在太阳的相反两侧。为了理解这一事实，有必要了解古人描绘黄道所采用的方法。

古希腊人继承古埃及观测太阳与其他恒星的相对位置所用的是"偕日法"，也就是，每天在日出前和日落后那两个瞬间观测在太阳附近的是哪些恒星。例如，古人描绘出"黄道夏至点"在"巨蟹座"附近，是通过这样的观测：在夏至之前几天，日落后的那瞬间，能见到巨蟹座出现在太阳落下去之前所占据的位置（太阳在西，巨蟹座在东）；在夏至之后二十几天，日出前的那瞬间，能见到巨蟹座出现在太阳即将升起来占据的位置（太阳在东，巨蟹座在西）。根据这样的观测记录，就把夏至前后的黄道描绘在从巨蟹座以西到以东那段星图的位置上。由这事实可以想象，假如把地球所在的位置看作"太阳的面前"，那末巨蟹座的位置就该在"太阳的背后"了。由此可以理解，西端标上"黄道夏至点"的那个巨蟹座在天球上的位置，跟地球这时在公转轨道上的位置，两者处于太阳的相反两侧。

推而广之，在几何学的事实中存在如下的规律：黄道的二分（春分、秋分）二至（夏至、冬至）这4点中无论哪一点在天球的位置，跟地球在相应那一天在公转轨道上的位置，两者必定相差180度，在太阳的相反两侧。

《辞海》P.2307附图的失误，正是由于没有把握这“相差180度”，而误认为两者在太阳的同一侧。若想保留这图的所有曲线、直线与坐标系结构而改正错误，只须把所有星座符号的位置转移180度：把春分点（标有“白羊座”符号）与秋分点（标有“天秤座”符号）位置互换，把“金牛座”符号与“天蝎座”符号位置互换，把“双鱼座”符号与“室女座”符号位置互换……

在向中小学学生普及天文知识时，当讲到“黄道是地球公转轨道平面向四面八方延伸而与天球相交的大圆”时，要及时强调：春分、夏至、秋分、冬至中无论哪一天地球在公转轨道上的位置，跟黄道在天球上用同一名称来称呼的那一点的位置，总是在太阳的相反两侧，相差180度。在这基础上，要让学生懂得：在“北半球夏至”那天夜间面对星空所能见到的，是“黄道冬至点”周围的星座；想要看清楚“黄道春分点”周围的星座，就得在“北半球秋分”那天夜间面对星空观察。

天球坐标系的整合

天文学所使用的天球坐标系有四种。它们的称谓，分别是：地平、赤道、黄道、银道。这么多坐标，能否整合？这整合，是不满足于用数学公式对不同坐标进行换算，而要求借助实物模型，对它们彼此的关系作立体几何的直观显示。

一 用实物模型确定地平、赤道两坐标系的相互关系

地平坐标系以观测地点的地平面为基准平面，以垂直于这平面的当地铅垂线为立轴。这样的坐标系，在地球各处各不相同，全都带有明显的特殊性和局限性，不可能成为全世界共用的坐标系。它的优点在于能使观测操作因地制宜，使全世界共用的坐标数据能转译成因地制宜观测操作的方位数据。因此，地平坐标系可以充当转到全球共用坐标系的“引桥”。

赤道坐标系以地球赤道平面为基准平面（注意，“赤道平面”一词切莫误解为“赤道那里的地平面”，而应当理解为地球的整个赤道圈所在的平面），以垂直于这平面的地球自转轴为立轴。这样的坐标系，虽然尚未顾及地球绕日公转，尚未与“地球中心”观念决裂，但毕竟已摆脱了地域局限，已具有全世界都可接受的共同适用性，是坐标系走向普遍适用的第一步。

可见，在每一观测地点用实物模型确定地平、赤道两坐标系的相互关系，是天球坐标系实现整合的最初步骤。

于是，问题转化为：如何可能在全球任何观测点因地制宜建立包含赤道平面与地球自转轴两要素的立体几何实物模型？

下文分北半球与南半球两种情况来讲述建立这模型的操作过程。

假设观测地点在北纬 60 度，例如在挪威奥斯陆附近或芬兰赫尔辛基附近。取一枚三角板，使其一条直角边与当地的铅垂线重合，另一条直角边贴着平行于当地水平面的某一平面，并使它的锐角顶端指向正北。这时，这三角板平面就代表当地的子午圈平面，它既垂直于当地的地平面，又能在沿本身方向向天际延伸时含北天极（地球自转轴的延长线交天球之点）。在不让这三角板平面偏东偏西倾斜，又不让它的直角顶点移位的条件下，使那竖立的直角边向正南倾斜，当然，那平躺着的直角边也就随之向上翘起，这样操作，也就是让三角板沿着自己所在的子午圈平面，绕着直角顶点旋转起来；旋转的角度，应当等于当地的纬度（60 度）。达到这一位置时，翘起的直角边就平行于地球自转轴了，而另一（最初竖立现已南倾的）直角边就平行于地球赤道平面了。为了设置平行于地球赤道平面的新平面，现在让这三角板作另一方式的转动：以翘起的直角边为不动的轴，让板叶连同另一直角边绕轴转动，转动过程中，另一直角边所扫出的平面就恰好平行于赤道平面。现在进一步制作一个实物模型，把它刚才扫出的平面固定成一个板面，那就将是一个因地制宜的赤道平面模型。

可以设想，这模型是一个“砍斜了顶面的圆柱体”。柱的底面平行于当地的地平面，柱的高线平行于当地的铅垂线。底面与高线这两个要素正好代表当地地平坐标系的基准平面和立轴。柱的斜顶面，南高北低，它跟底面的夹角等于当地纬度的余角（90

－60＝30)，若延伸顶底两面作出交线，交线应取正东正西走向。这样的相交夹角决定了这斜顶面的恒定状态，无论地球自转到哪个方向，这斜顶面总保持平行于地球赤道平面。设想在这斜顶面中心（椭圆两焦点连线的中点）插一细杆垂直于该顶面，涂以红色，它必定平行于地球自转轴而指向北天极。斜顶面与红细杆这两个要素正好代表赤道坐标系的基准平面和立轴。这模型的上述造形，把两组要素相互的空间关系牢固地确立起来，也就把地平、赤道两种坐标系相互转换的关系作了立体几何的直观显示。

须反思的疑问点仅是：当我们制作模型时，只是要求达到平行（柱体底面平行于地平面，柱体高线平行于铅垂线，斜顶面平行于赤道平面，红细杆平行于地球自转轴），为什么其结果就被认为具有“代表”身份（模型内的四个要素分别代表两种坐标系的四个要素）了呢？那是因为，就星座观测操作的要求而言，相对于天球这么宏大遥远的观测对象而言，在地球范围内任何两个互相平行的平面，互相平行的轴线，在实用中都是等价的，都无异于互相重合。这一观念，在以后黄道、银道坐标系参与整合时，仍然有效。

假设观测地点在南纬30度，例如在澳大利亚谋尔湖附近或南非德班附近。只要把上文描述三角板操作和“砍斜了顶面的圆柱体”模型的那两段文字里的“北”字全都改为“南”字，“南”字全都改为“北”字，“60”改为“30”，“30”改为“60”，读者就能获得相应因地制宜实物模型的详细描述。

二　借助“四要素模型”由赤道坐标推算地平坐标

上述模型，到目前为止只含四个要素，简称“四要素模型”。有了立体几何直观模型，由全球普适的赤道坐标推算各地特异的

地平坐标就变得明白简易了。下文分四个小题来讲述推算方法。

（1）在北半球观测点，由赤纬推算地平纬度（高度）

假设要观测的某星的赤纬是＋45度（自天赤道向北天极转过45度）。只须制作一个装有指针的几何形体，指针与该形体底面的夹角定为45度，把该形体底面贴着四要素模型的赤道平面（圆柱体斜顶面），就可以自由转动，无论转到哪个方向，指针总是指向天球赤纬＋45度的那些天体。

观察测算这指针与地平平面（圆柱体底面）的夹角，就得到相应的地平纬度（观测朝向在当地的高度）了。在不同方向测得的地平纬度是不同的。其中有四个方向最易推算。

指针在赤道平面的投影指向正南：

地平纬度＝赤纬＋（90－当地纬度）

指针在赤道平面的投影指向正东或正西：

地平纬度＝赤纬

指针在赤道平面的投影指向正北：

地平纬度＝赤纬－（90－当地纬度）

假设当地纬度是北纬60度，而被观测赤纬是＋45度，这三行算式就分别算得：＋75、＋45、＋15。

其余各个方向的地平纬度，可借助四要素模型上的立体几何剖析，通过三角函数计算得到。

当算得的地平纬度小于0（得负值）时，就表明在该观测点朝该方向无法观测到所指定赤纬的天体。

（2）在北半球观测点，由赤经推算地平经度（方位角）

由于地球自转，天球上位于确定赤经的星座，它的地平经度却随时改变。因此，我们只能选择某一节令的某一时刻作为“地球公转自转条件”来讨论经度推算。

姑且选择北半球秋分节令子夜零时，沿着四要素模型赤道平面的正南方向线（地平纬度＝0＋（90－当地纬度），地平经度＝

0)，把视线投向天球，所观测到的就是天赤道与黄道相交的“春分点”：赤纬=0度，赤经=0度。（为什么观测黄道春分点反而要在秋分节令子夜朝正南？对这“相差180度”规律的剖析，详见《理解“黄道”概念的难点所在》一文。）因此，在这时刻，两坐标系的经度对应关系就是：

赤经	从“春分点”转向	地平经度	以观测者面朝正南为初始方位
45	东45度	315	左转45度
30	东30度	330	左转30度
15	东15度	345	左转15度
0		0	
345	西15度	15	右转15度
330	西30度	30	右转30度
315	西45度	45	右转45度

其他情况下的经度推算，也都须以明确某节令某时刻正南方向线所对准的赤经度数为前提。可是，这作为前提的数据又如何获得呢？这就要靠黄道坐标系参与整合了。详见第三小标题下的文句。

如上对照之后，自然发现传统的地平经度计量方式在使用时颇为不便。建议将来通过国际会议予以改革。

（3）在南半球观测点，由赤纬推算地平纬度（高度）

假设要观测的某星的赤纬是-45度（自天赤道向南天极转过45度），只须制作一个装有指针的几何形体，指针与该形体底面的夹角定为45度，把该形体底面贴着四要素模型的赤道平面（圆柱体斜顶面），就可以自由转动，无论转到哪个方向，指针总是指向天球赤纬-45度的那些天体。

观察测算这指针与地平平面的夹角，就得到相应的地平纬度了。在不同方向测得的地平纬度是不同的。但是测算中出现了为

北半球观测者所不习惯的正负相反取向。由于在南半球观测点所建立的四要素模型，红细杆指向南天极，当赤纬取负值时，指针在模型的赤道平面上总要取向上的仰角。为使推算顺畅，我们就不得不规定，从地平线向上的仰角相应也取负值，而以其绝对值的大小来标志仰角的大小；当算得的地平纬度大于0（得正值）时，反而表明在该观测点朝该方向无法观测到所指定赤纬的天体。

不同方向中，仍有四个方向最易推算。

指针在赤道平面的投影指向正北：

地平纬度 = 赤纬 + （-90 - 当地纬度）

指针在赤道平面的投影指向正东或正西：

地平纬度 = 赤纬

指针在赤道平面的投影指向正南：

地平纬度 = 赤纬 - （-90 - 当地纬度）

注意：南半球观测点的当地纬度应取负值。

假设当地纬度是南纬30度（记作“-30”），而被观测赤纬是-45度，这三行算式的计算结果就分别是：

第一行算得-105，表明仰角很高，从指向正北起始掀高，高到越过天顶，偏向南天。

第二行算得-45，表明仰角是45度。

第三行算得+15，表明俯角15度，视线入地，不能投向天球进行观测。

其余各个方向的地平纬度，仍可借助四要素模型上的立体几何剖析，通过三角函数计算得到。

（4）在南半球观测点，由赤经推算地平经度（方位角）

由于前述（2）所分析的原因，经度推算在南半球须以明确某节令某时刻正北方向线所对准的赤经度数为前提。准确数据的获取同样要靠黄道坐标系参与整合。详见第三小标题下的文句。

这里遇到的地域性特殊问题是，由于观测者面朝正北所见到的天球星象都是北在下而南在上，东在右而西在左，与北半球观测者所习惯的对应关系恰相颠倒。与此相应，地平经度的计量若要使同一地球经度的南北半球两地观测点所量得的数值一致，就不得不以正北方向线为起始零度而按逆时针方向量度。将来要改革地平经度计量体制时，亦须南北协调，通盘设计，一并改革。

姑且选择北半球春分节令（相当于南半球秋分那天）子夜零时，沿着四要素模型赤道平面的正北方向线（地平纬度=0+(-90-当地纬度)，地平经度=0)，把视线投向天球，所观测到的就是天赤道与黄道相交的“秋分点”：赤纬=0度，赤经=180度。因此，在这时刻，两坐标系的经度对应关系就是：

赤经	从“秋分点”转向	地平经度	以观测者面朝正北为初始方位
225	东45度	315	右转45度
210	东30度	330	右转30度
195	东15度	345	右转15度
180		0	
165	西15度	15	左转15度
150	西30度	30	左转30度
135	西45度	45	左转45度

三　添设“大柚子单囊”附件使黄道坐标系参与整合

现在跨出第二步，确定黄道坐标系与赤道坐标系的相互关系。

黄道坐标系以地球绕太阳公转的轨道平面为基准平面，以垂直于这平面的日心轴为立轴。这一基准平面称为黄道面，它与天

球相交的大圆称为黄道。垂直于它的立轴，尚无公认的称谓，我建议称为“黄轴”。黄轴的两端，则有习用的称谓，分别称为北黄极与南黄极。

在前述“四要素模型”基础上，只须添设一个立体几何附件，使其包含代表黄道面与黄轴的两个要素，就可使黄道坐标系参与整合，发展为“六要素模型”。

这黄道附件的造形设计，是很容易的，但确定它放置在赤道平面上的恰当朝向，却有很大难度。

先讲附件造形。这造形可以形象化地描述为“大柚子单囊”，用两片半圆形薄板相夹而成，两者的直径相重合，成为两平面的交线，两平面的夹角定为23度27分。这角度等于地球上回归线的纬度，在天球坐标系结构中称为“黄赤交角”，那也就是地球公转轨道平面与地球赤道平面的交角，在久远漫长的历史时段内保持恒定不变。在两片半圆相重合直径的中点，安装一个圆环，让圆环能套住原有模型的红细杆，这“大柚子单囊”就能以红细杆为轴而自由旋转了。旋转时，朝下的板面贴着赤道平面而滑动，朝上的板面取向不断改变，改变到某一位置，它就可能恰好平行于地球公转轨道平面，而代表着黄道面这一要素。又设想，在朝上的板面上，过圆环中心划一条直线垂直于直径，它必定能伸向坡面的最高点而把半圆周大弧作二等分。这条线，将称为“二至半径”，它应当瞄准天球上的“夏至点”或“冬至点”。在将要紧贴赤道平面的那一面，也把半圆周大弧作二等，在这分点附近，两面角所对的球表面截面的下方边缘中部，画一个黄色圆斑，它将成为确定附件朝向的重要标志，称为“黄标”。在“二至半径”线段内，靠近半圆周的某点处，插一细杆垂直于坡面，涂以黄色；当朝上的坡面恰能代表黄道面时，这黄细杆就恰能相应地代表黄轴。这就是说，我们要求这附件的半圆坡面和黄细杆这两个要素恰能代表黄道坐标系的黄道面和黄轴。

如何确定“大柚子单囊”附件在圆柱体斜顶面上放置的恰当朝向，这是难点所在。若讲事实的本来面目，黄道面的朝向是不变的，而赤道平面相对于公转轨道则分秒不停地自转，设想我从北天极俯视赤道平面，它按逆时针方向旋转。但表现在“六要素模型”里，动静却就反过来了，代表赤道平面的圆柱体斜顶面相对于当地地面是静止不动的，而代表黄道面的半圆坡面则绕着圆环按顺时针方向旋转。旋转的速度是每昼夜约361度。倘若我们要求亦步亦趋地准确设定这“大柚子单囊”的朝向，那就太琐碎太疲劳了。为了摆脱这种困境，我们采取这样的办法：只关注每日子夜零时那瞬间它朝向的准确与否，把这些瞬间认定为“有效瞬间”；其余时间都当作“无效时间”弃之不顾，并不强求在那些时间内调整附件朝向使之随时处于准确位置。照这办法，我们就能把地球自转的琐细运动全都撇开，而牢牢专注于地球公转造成的结果，观察其规律。当我们把逐日子夜零时的准确位置连贯起来时，将发现这“大柚子单囊”附件总是绕着圆环按顺时针方向缓缓旋转，旋转速度是每年一周。详情分北半球和南半球两种情况来描述。

在北半球观测点，设想观测者站在“六要素模型”的北边，面朝正南，向着天空观测天赤道与黄道附近区域。当二分二至四个节令子夜零时那些瞬间，“大柚子单囊”在圆柱体斜顶面上的准确位置是：（一）春分子夜，半圆直径取南北走向，坡面顶点应在右手边。（二）夏至子夜，二至半径取南北走向，坡面顶点应挨近观测者。（三）秋分子夜，半圆直径取南北走向，坡面顶点应在左手边。（四）冬至子夜，二至半径取南北走向，坡面顶点应远离观测者。

这规律若用附件底部黄标在赤道平面圆盘周围的定位来描述，就更简明了。我们可以在模型的赤道平面上以红细杆为圆心画一个圆周，作24等分，在每个分点旁写一个节令名称：正西

点写“春分”，正北点写“夏至”，正东点写“秋分”，正南点写“冬至”；其余20个节令名称分布其间，按顺时针方向依次排列。每到一个节令的子夜零时，就把黄标对准该节令名称所在的点。这样就能保证它在“有效瞬间”所处的位置全都准确无误。

以此为框架，可把整个圆周细分成360度，每两个相邻节令的两个分点之间就有15个小格、14道短线。大体上，一道短线对应于一个日期的子夜零时瞬间。附件底部的黄标就逐日逐格顺时针移动，逐一对准短线。显然，这对应会遇到例外，因为一年的日数多于360，常年多5，闰年多6，这就导致，偶尔须让相邻的两个日期对准同一道短线。实际上，只要严格遵守节令日期与该节令名称所在分点准确对应的规定，这样的调整是会自然实现的。

在南半球观测点，黄道坐标系参与整合所用的“大柚子单囊”附件的几何造形，跟北半球所用的完全相同，在放置于赤道平面时只关注“有效瞬间”的办法也完全相同，但是放置的具体位置及其对应节令，与北半球相比，却有四点相反：（一）观测者站在“六要素模型”的南边，面朝正北，从南面俯视赤道平面。（二）附件贴赤道平面时，位于平面之南。（三）附件在赤道平面上逐日转移的方向是逆时针的。（四）同一日期，就节令而言，与北半球春秋相反，冬夏相反。为了因地制宜，在赤道平面圆盘周围所写的节令名称与日期（几月几日）的对应关系，与北半球相比应当相差半年。同时作如上四点反转之后，二分二至四个节令子夜零时那些瞬间“大柚子单囊”在圆柱体斜顶面上的准确位置，其叙述语句只须把上述那段文句内的“左”“右”两字互换，其余原样照读。而在模型赤道平面上画圆周作24等分之后，节令名称的方位对应关系应是：正西点写“春分”，正南点写“夏至”，正东点写“秋分”，正北点写“冬至”；其余20个节令名称分布其间，按逆时针方向依次排列。整个圆周仍可细分成

360度。

确定了黄道面的位置，把天体的黄纬和黄经数据转译为具体直观的指针方向也就简便易行了。

要把黄纬数据转译为指针方向，只须制作一个装有指针的几何形体，使指针与该形体底面的夹角等于黄纬的绝对值，按观测日期子夜零时黄道面所在位置把黄道面延伸为一个如此方向的宽阔平面，若黄纬为正值，形体底面就紧贴它的北面，若黄纬为负值，形体底面就紧贴它的南面。贴紧以后，可以自由转动，指针始终指向天球上位于该黄纬的那些星体。

黄经的度数，可在“大柚子单囊”附件的坡面上标定。在北半球所设置的模型上，二至半径（以坡顶为箭头，从赤道平面向北翘起）恒定地指向黄经90度，从这方向右转90度是黄经0度，左转90度是黄经180度；其余黄经数值标定在黄道面上所对应的具体方向就可根据这些来推定。在南半球所设置的模型上，二至半径（以坡顶为箭头，从赤道平面向南翘起）恒定地指向黄经270度，从这方向右转90度是黄经0度，左转90度是黄经180度；其余黄经数值标定在黄道面上所对应的具体方向就可根据这些来推定。

知道了黄经数值所对应的具体方向，就不难推导出赤经数值所对应的具体方向，因为赤经0度与黄经0度重合（于“春分点”），而量度的旋转方向也一致（从北俯视为逆时针）。

上述操作规程掌握纯熟之后，不难以当日子夜零时“大轴子单囊”附件所在位置为出发点，旋转若干度，推断零时之前或之后几小时附件应在的位置（1小时相当于15度）。这也就是说，只要设置适当的操作条件，从大量的无效时间内可根据需要选择某些瞬间，使之转化为有效瞬间。

四　添设"大柚子三倍囊"附件使银道坐标系参与整合

最后，跨出第三步，确定银道坐标系与赤道坐标系的相互关系。

银道坐标系以银河系的平均平面为基准平面，以垂直于这平面的轴为立轴。这一基准平面称为银道面，它与天球相交的大圆称为银道。垂直于它的立轴，尚无公认的称谓，我建议称为"银轴"。银轴的两端，则有习用的称谓，分别称为北银极与南银极。

在前述"六要素模型"基础上，再添设一个立体几何附件，使其包含代表银道面与银轴的两个要素，就可使银道坐标系参与整合，发展为"八要素模型"。这附件的造型，也像一个大柚子的囊，但是特别厚，几乎有三个单囊合起来那么厚，所以称之为"大柚子三倍囊"附件。在使用时，这代表银道坐标系的"三倍囊"是跟代表黄道坐标系的"单囊"交替放置而并不重叠在一起的，从这状况看来，似乎可以认作另一种"六要素模型"，但是，"三倍囊"位置的确定仍须依赖"单囊"设定操作的成果，所以，从操作程序的完整结构来讲，还应该认作"八要素模型"。

"大柚子三倍囊"的造形，也用两片半圆形薄板相夹而成，两者的直径互相重合，成为两平面的交线，两平面的夹角定为62度36分。这是1958年国际天文学联合会第十届大会根据新观测资料议定的"银赤交角"。由于夹角颇大，两面角所对的球表面截面也颇大，已超过整个球表面的六分之一。在两片半圆相重合直径的中点，安装一个圆环，让圆环能套住原有模型的红细杆，这"大柚子三倍囊"就能以红细杆为轴而自由旋转了。旋转时，朝下的板面贴着赤道平面而滑动，朝上颇陡的板面取向不断改变，改变到某一位置，它就可能恰好平行于银河系的平均平

面，而代表着银道面这一要素。在将要紧贴赤道平面的半圆板面边缘，把半圆周大弧作二等分，在这分点附近，两面角所对的球表面截面的下方边缘中部，画一个银色斑点，它将成为确定附件朝向的重要标志，称为“银标”。在朝上颇陡的板面上，二等分半圆面的半径线段内某点处插一细杆垂直于这陡坡面，涂以银色；当陡坡面恰能代表银道面时，这银细杆就恰能代表银轴。这就是说，我们要求这附件的陡坡面和银细杆这两个要素恰能代表银道坐标系的银道面和银轴。

如何确定“大柚子三倍囊”附件在圆柱体斜顶面上放置的恰当朝向？分北半球和南半球两种情况来描述。

在北半球观测点所设置的模型上，要求银标对准赤经12度15分。为了找到这一位置，须先取代表黄道坐标系的“单囊”附件套住红细杆，按当日子夜零时的对应要求，让附件黄标对准相应的短线；保持这一位置，在黄道面上找到黄经＝0（即赤经＝0）的短线，在这短线外端画一个暂时的标记。当取下“单囊”附件之后，就可根据这一标记推算出赤经12度15分所在的位置，随即取“三倍囊”附件套住红细杆，让附件银标对准它。

在南半球观测点所设置的模型上，要求银标对准赤经192度15分。为了找到这一位置，须先取代表黄道坐标系的“单囊”附件套住红细杆，按当日子夜零时的对应要求，让附件黄标对准相应的短线；保持这一位置，在黄道面上找到黄经＝180（即赤经＝180）的短线，在这短线外端画一个暂时的标记。当取下“单囊”附件之后，就可根据这一标记推算出赤经192度15分所在的位置，随即取“三倍囊”附件套住红细杆，让附件银标对准它。

无论在北半球还是南半球模型上，按上述操作对准后，“三倍囊”附件的直径两端必定分别对准赤径102度15分与282度15分，这就是银道交天赤道的两点应在的位置。银纬量度的正

负方向，从银道面这时的位置即可看出，坡面以北为正，坡面以南为负。银经的量度，是从0度起始，就自北向南俯视坡面而言逆时针旋转。那末，银经0度在哪里呢？按1958年国际大会议定，银经0度点约在天赤道的赤经280度那点西南，赤纬-30度附近（人马座）。只须把赤道平面与银道面两要素配合起来运用，就能找到这一点。换句话说，银道与天赤道相交点之一，赤经282度15分，其银经新值=32.3度。

把银纬数据转译为指针方向的操作，仿黄纬数据。银经的度数，可在“大柚子三倍囊”附件的陡坡面上标定。

上述操作规程掌握纯熟之后，同样不难以当日子夜零时“大柚子三倍囊”附件所在位置为出发点，旋转若干度，推断零时之前或之后几小时附件应在位置（1小时相当于15度）。

此文首刊于《科学中国人》2001年第10期

天球十八视域

天球图像的描绘，以往有多种方式：(1) 在画天球整体示意图时，通常画成球状，设想从球外来看球。站在天球之外，事实上根本不可能。这样画出的虚构景象内，有一半是反图，实际上是见不到的。倘若把这画反了的半球景象画成详细的星座图，就恰恰跟实际观测到的星座图像相反。(2) 把各星座沿着横置的天赤道，北在上南在下，从西向东按从右到左的布局排列。在这样的星图上，处于南北两极附近的各星座，图像都遭到剧烈的畸变，完全不像实际观测到的。(3) 画成北天与南天两张星图。在这样的星图上，处于天赤道一带的各星座，图像都发生变形，难以辨认。(4) 画成四季夜空四张星图。这样的图，相当逼真，但不可避免有所遗漏，例如供北半球观测者参看的四季夜空星图就遗漏了南天的大量星座。反之亦然。(5) 画出一个个星座的图像。这样的星座图最为逼真清晰，但又失之过多。由于把单个星座从天球整体剥离了出来，而星座的总数又多达88，就给全天球图像整合带来了很大困难。

如何克服上述种种弊端，使星图能完满地呈现天球的全局，轻松地达到图像整合？

为此，本文提出“天球十八视域”概念。

一　视域中心点在天球上的分布

分析以往天图的几种弊端，要吸取的教训是：（一）应避免画反图。星图应当逼真，跟实际观测到的图像一致。（二）天图总数不可太少，若太少，或导致图的边缘星座变形，或导致有所缺漏。增多星图的数目，方可避免变形缺漏。（三）天图总数不可太多，若太多，必造成头绪繁乱，难以整合。增多星图数目，应当适度。综合这三条教训，拟建立“天球视域”，它们是观测者取一个个视角面朝天空实际观察到的一个个区域，视角不允许太广，也并不聚焦于窄小范围。每个视域有一个中心点，中心点的黄纬黄经数值就可用以标志其方位。

视域中心点如何分布，才能满足上述要求呢？

设想把天球上互相垂直的三个大圆各作 8 等分，这些分点定为视域中心点。

第一个大圆，是黄道，即地球公转轨道平面与天球相交的大圆。这大圆上，原本就有至关重要的“二分”（春分、秋分）、“二至”（夏至、冬至）4 个分点。现在进一步把每个 90 度区间作二等分，取“四立”（立春、立夏、立秋、立冬）4 个分点。共计 8 个分点，作为 8 个视域中心点。

第二个大圆，是“分极经圈”，即过“二分”点又过“二极”（北黄极、南黄极）点的黄经圈。这 4 个点原本已把这大圆作 4 等分。现在进一步把每个 90 度区间作二等分，在黄道面以北以南各增设两个分点。这 8 个分点中，“二分”点与第一个大圆内的重复；不重复的有 6 个，作为另外 6 个视域中心点。

第三个大圆，是“至极经圈”，即过“二至”点又过“二极”点的黄经圈。这 4 个点原本已把这大圆作 4 等分。现在进一步把每个 90 度区间作二等分，在黄道面以北以南各增设两个分点。

这8个分点中，“二至”点与第一个大圆内的重复，“二极”点与第二个大圆内的重复；不重复的就是增设的那4个，作为另外4个视域中心点。

这样就在天球的球面上颇为均匀地分布了18个视域中心点。

这18个视域可用拉丁字母予以编码。黄道上的8个，用A～H 8个字母。北半球的5个，用J～N 5个字母，N恰好位于北黄极。南半球的5个，用O～S 5个字母，S恰好位于南黄极。

各字母所对应的视域中心点的黄纬黄经数值，详见下文表格。

二　视域圆图的平面构成

每个视域的星图，自然地画成一幅圆图。每幅圆图的平面构成，可描述如下：

（一）图的圆心，是视域中心。

（二）图的中央部分，是一个小圆，称为“芯面”，芯面的半径都是22.5度。长度单位为何用“度”？天图的大小，不可能用比例尺来表示，只能用图上的某一长度相当于黄纬几度或黄经几度来表示，图的大小当然可以自由放大缩小，但同一视域范围所对应的经纬度数应当是确定不变的。

（三）图的周围部分，是从整幅圆图减去小圆的剩余，称为“边环”，从中心到边环外缘的半径都是45度。大小半径相减，边环的宽度是22.5度。

把圆图面划分为芯面和边环两区，其用意是，既便于整合，又无所缺漏。芯面直径45度，每个大圆的圆周恰能容纳8个芯面直径，相邻芯面相接而不相叠。众图整合时，以芯面边缘为衔接点，操作简便。若仅限于此，却又会把一批星座排斥在视域之外。每图扩大到直径90度，包括一圈边环，天球全域就能毫无

遗漏地分别纳入各图。

（四）过中心，划纵横两条直线，构成十字框架。在黄道上的 8 幅圆图内，纵线重合于经线，横线重合于黄道。在“二极”2 幅圆图内，纵横线都重合于经线。在其余 8 幅圆图内，纵线仍重合于经线，横线却不能与纬线吻合，只能相切，因为在黄纬±45 度处，纬线在图上呈现为弧线。

（五）纵横线交芯面圆周的 4 个点，称为“芯面某缘点”。这“某”字的具体方案，在“二极”2 幅圆图上以黄经数值作称谓，在其余 16 幅圆图上以东南西北作称谓。

（六）纵横线交边环外缘圆周的 4 个点，称为“边环某缘点”。这“某”字的具体方案同上。

三 视域编码与坐标一览

现将各视域的编码与所对应的黄道坐标系的坐标数值列表说明。表格分为如下四张。

（一）黄道 8 域的编码与坐标

视域编码	节令	坐标类别	边环东缘点	芯面东接	芯面东缘点	视域中心点	芯面西缘点	芯面西接	边环西缘点	边环北缘点	芯面北接	芯面北缘点	视域中心点	芯面南缘点	芯面南接	边环南缘点
A	秋分	纬	±0	B	±0	±0	±0	H	±0	+45	J	+22.5	±0	-22.5	O	-45
		经	45		22.5	0	337.5		315	0		0	0	0		0
B	立冬	纬	±0	C	±0	±0	±0	A	±0	+45	空	+22.5	±0	-22.5	空	-45
		经	90		67.5	45	22.5		0	45		45	45	45		45
C	冬至	纬	±0	D	±0	±0	±0	B	±0	+45	K	+22.5	±0	-22.5	P	-45
		经	135		112.5	90	67.5		45	90		90	90	90		90
D	立春	纬	±0	E	±0	±0	±0	C	±0	+45	空	+22.5	±0	-22.5	空	-45
		经	180		157.5	135	112.5		90	135		135	135	135		135

（续上表）

视域编码	节令	坐标类别	边环东缘点	芯面东接	芯面东缘点	视域中心点	芯面西缘点	芯面西接	边环西缘点	边环北缘点	芯面北接	芯面北缘点	视域中心点	芯面南缘点	芯面南接	边环南缘点
E	春分	纬	±0	F	±0	±0	±0	D	±0	+45	L	+22.5	±0	-22.5	Q	-45
		经	225		202.5	180	157.5		135	180		180	180	180		180
F	立夏	纬	±0	G	±0	±0	±0	E	±0	+45	空	+22.5	±0	-22.5	空	-45
		经	270		247.5	225	202.5		180	225		225	225	225		225
G	夏至	纬	±0	H	±0	±0	±0	F	±0	+45	M	+22.5	±0	-22.5	R	-45
		经	315		292.5	270	247.5		225	270		270	270	270		270
H	立秋	纬	±0	A	±0	±0	±0	G	±0	+45	空	+22.5	±0	-22.5	空	-45
		经	0		337.5	315	292.5		270	315		315	315	315		315

“节令”一栏的含义是：当北半球哪一节令子夜零时，对准正南沿黄道面注视天球，将能见到这一视域。可能发生的疑问是：黄道上的黄经0度那点，是“春分点”，为什么此表节令栏内写的却是“秋分”呢？黄道上的黄经90度那点，是“夏至点”，为什么此表节令栏内写的却是“冬至”呢？此处存在“相差180度”规律。对这规律的详细解释，见《理解“黄道”概念的难点所在》一文。在南半球，观测所值日期不必变更，但节令名称则应作“春秋互换，冬夏互换”反转，观测方向则应反转为“对准正北”。

芯面“东接”、“西接”，“北接”、“南接”这四栏的含义是什么？越出本视域芯面的某缘点，就进入邻视域芯面的范围，不同方向当然会进入不同编码的邻视域芯面。该栏内所写的字母，就是越过本芯面的该方向缘点将进入的邻芯面的视域编码。例如，以A域芯面为始发范围，越过东缘点就进入B域芯面，越过西缘点就进入H域芯面，越过北缘点就进入J域芯面，越过南缘点就进入O域芯面。这四栏的功用是梳理芯面衔接关系。掌握

这些衔接关系，全天球的视域整合操作将能顺畅进行。

表格内所列数值，或为黄纬，或为黄经。为区别经纬，除了看左边第三栏的字样，还能从书写格式得知：凡黄纬数值，左边都有或正或负的符号，凡黄经数值则无。

（二）偏北 4 域的编码与坐标

视域编码	节令	坐标类别	边环东缘点	芯面东接	芯面东缘点	视域中心点	芯面西缘点	芯面西接	边环西缘点	边环北缘点	芯面北接	芯面北缘点	视域中心点	芯面南缘点	芯面南接	边环南缘点
J	秋分	纬	+45南	空	+45南	+45	+45南	空	+45南	+90	N	+67.5	+45	+22.5	A	±0
		经	45东		22.5东	0	337.5西		315西	0		0	0	0		0
K	冬至	纬	+45南	空	+45南	+45	+45南	空	+45南	+90	N	+67.5	+45	+22.5	C	±0
		经	135东		112.5东	90	67.5西		45西	90		90	90	90		90
L	春分	纬	+45南	空	+45南	+45	+45南	空	+45南	+90	N	+67.5	+45	+22.5	E	±0
		经	225东		202.5东	180	157.5西		135西	180		180	180	180		180
M	夏至	纬	+45南	空	+45南	+45	+45南	空	+45南	+90	N	+67.5	+45	+22.5	G	±0
		经	315东		292.5东	270	247.5西		225西	270		270	270	270		270

“节令”一栏的含义，与上述相仿。不同仅在，北半球上对准正南后要沿黄纬 +45 度方向注视天球，在低纬度地区，实际方向已偏正北；南半球上对准正北也还要沿黄纬 +45 度方向注视天球，南纬绝对值较大的地区已不能观测到这些视域。详见《天球坐标系的整合》一文，载《科学中国人》2001 年第 10 期。

为什么“东接”、“西接”各栏都写“空”？跟 B、D、F、H 四域的“北接”、“南接”栏情况一样，在这些方向，没有邻视域芯面来紧挨紧接。

为什么这里的东西缘点的黄纬数值之后都写“南”字？因为在这 4 幅圆图里，纬线图像两端向北弯曲，所以芯面和边环的东西缘点都处在黄纬 +45 度纬线之南。

为什么这里的东缘点黄经数值之后都写“东”字，西缘点黄

经数值之后都写“西”字？那是因为，在这4幅圆图所截取的黄纬圈弧段上，与黄道弧段上的相比，同是那些黄经数值的经线，距离却较近，愈向北伸挨得愈近，结果，相对而言，东缘点就比东边的经线位置更靠东，西缘点就比西边的经线位置更靠西了。

（三）偏南4域的编码与坐标

视域编码	节令	坐标类别	边环东缘点	芯面东接	芯面东缘点	视域中心点	芯面西缘点	芯面西接	边环西缘点	边环北缘点	芯面北接	芯面北缘点	视域中心点	芯面南缘点	芯面南接	边环南缘点
O	秋分	纬	-45北	空	-45北	-45	-45北	空	-45北	±0	A	-22.5	-45	-67.5	S	-90
		经	45东		22.5东	0	337.5西		315西	0		0	0	0		0
P	冬至	纬	-45北	空	-45北	-45	-45北	空	-45北	±0	C	-22.5	-45	-67.5	S	-90
		经	135东		112.5东	90	67.5西		45西	90		90	90	90		90
Q	春分	纬	-45北	空	-45北	-45	-45北	空	-45北	±0	E	-22.5	-45	-67.5	S	-90
		经	225东		202.5东	180	157.5西		135西	180		180	180	180		180
R	夏至	纬	-45北	空	-45北	-45	-45北	空	-45北	±0	G	-22.5	-45	-67.5	S	-90
		经	315东		292.5东	270	247.5西		225西	270		270	270	270		270

“节令”一栏的含义，与前述相仿。不同仅在，南半球上对准正北后要沿黄纬-45度方向注视天球，在南纬绝对值较小的地区，实际方向已偏正南；北半球上对准正南也还要沿黄纬-45度方向注视天球，高纬度地区已不能观测到这些视域。详见《天球坐标系的整合》一文，载《科学中国人》2001年第10期。

为什么“东接”、“西接”各栏都写“空”？理由同上述。

为什么这里的东西缘点的黄纬数值之后都写“北”字？因为在这4幅圆图里，纬线图像两端向南弯曲，所以芯面和边环的东西缘点都处在黄纬-45度纬线之北。

为什么这里的东缘点黄经数值之后都写“东”字，西缘点黄经数值之后都写“西”字？理由同上，只是要把上述那段文句内的“愈向北伸”改为“愈向南伸”。

（四）“二极”2 域的编码与坐标

视域编码	相交线走向类别	边环90缘点	芯面90接	芯面90缘点	视域中心点	芯面270缘点	芯面270接	边环270缘点	相交线走向类别	边环上缘点	芯面上接	芯面上缘点	视域中心点	芯面下缘点	芯面下接	边环下缘点
N	横线过该点时所重合经线的经度	90	K	90	90接270	270	M	270	横线过该点时所切纬线的纬度	+45	L	+67.5	+90	+67.5	J	+45
	纵线过该点时所切纬线的纬度	+45		+67.5	+90	+67.5		+45	纵线过该点时所重合经线的经度	180		180	180接0	0		0
S	横线过该点时所重合经线的经度	90	P	90	90接270	270	R	270	横线过该点时所切纬线的纬度	-45	O	-67.5	-90	-67.5	Q	-45
	纵线过该点时所切纬线的纬度	-45		-67.5	-90	-67.5		-45	纵线过该点时所重合经线的经度	0		0	0接180	180		180

为什么此表取消了“节令”栏？因为，观测这两个视域的条件，主要在纬度而不在季节。在纬度够靠北的观测点，一年四季都能见到 N 域，都见不到 S 域。反之亦然。

此表内，视域中心点的座标写法怎么这样奇特？为什么黄经数值用“接”字连缀两数，且两处写法不同？这是因为，这两个中心点就是黄极。黄极是两个黄经圈大圆的交点。其中之一，其截段在这两幅圆图里都画成横线，由 90 度经线半圆与 270 度经线半圆拼合而成，南北黄级正是这两个半圆的拼接点，在这意义上，这两点的黄经数值要写作“90 接 270”。其中另一大圆，其截段在这两幅圆图里都画成纵线，由 0 度经线半圆与 180 度经线半圆拼合而成，南北黄极又正是这两个半圆的拼接点，在这意义上，这两点的黄经数值要写作“0 接 180”或“180 接 0”。

若联系前面两幅表格进行比较，可发现，每个黄极点都采用了 6 种不同的写法来表述同一位置的坐标；把这 6 种写法，每 3 个组成一组，顺序排列，就可看出此表内的写法是合乎逻辑的了。

北黄极坐标的6种写法：

所在表格	视域编码	坐标写法	视域编码	坐标写法
（二）	J	+90 0	K	+90 90
（四）	N	+90 180接0	N	90接270 +90
（二）	L	+90 180	M	+90 270

南黄极坐标的6种写法：

所在表格	视域编码	坐标写法	视域编码	坐标写法
（三）	O	-90 0	P	-90 90
（四）	S	-90 0接180	S	90接270 -90
（三）	Q	-90 180	R	-90 270

前三张表内的“坐标类别”栏目，在表（四）内为何改为“相交线走向类别”栏目？在这两幅圆图内，黄纬线与黄经线的走向全然不同于前16幅图，已不可能简单地分别对应于横纵走向。经线从中心点向周边辐射，各个射向都有。纬线呈圆周状，同一纬度的纬线在图上不断改变走向。因此，前三张表内横线相当于纬线而纵线相当于经线的对应性规范，在此已失效。制表时，只能坚持“横线写在上行，纵线写在下行”的书写格式，而每种走向的线究竟是与经线重合还是与纬线相切，则取决于线的位置。须斟酌的问题是，四种射向的经线，在图上该把哪种画成横线，哪种画成纵线？为了使今后的视域整合操作顺畅易行，布

置各视域的标准取向定为北在上而南在下，且让含有黄经0度的五个视域NJAOS从北到南从上到下排成一竖行。在这前提下的必然结论是：黄经90、270度的经线画成横线，黄经0、180度的经线画成纵线。

前三张表内，三个栏目写有“东”字，三个栏目写有“西”字，在此为何分别换成“90”与“270”？按照上述布置各视域的标准取向与次序，当黄经0度的经线相接成一条纵线时，JAO三域的左缘点都是东缘点，NS两域的左缘点都是90缘点，因此，取代“东”字的就是“90”。在相反方向，按同理，取代“西”字的就是“270”。

前三张表内，三个栏目写有“北”字，三个栏目写有“南”字，在此为何分别换成“上”与“下”？按照上述布置各视域的标准取向与次序，当黄经0度的经线相接成一条纵线时，JAO三域的上缘点都是北缘点，N域的上缘点是180缘点，S域的上缘点是O缘点，两者的黄经数值不同；按照前三张表格早已确定的制表格式，作为上缘点的北缘点全都靠左，上下对齐，这格式在此不宜打破，所以就不得不把作为上缘点的不同数值也上下对齐。在此境况下，靠左的上缘点栏目就只能概括地写作“上缘点”，在具体使用时，可分别换成具体化的“180缘点”或“0缘点”。在相反方位，按同理，“下缘点”是概括地写出的称呼，在具体使用时，同样可分别换成具体化的“0缘点”或“180缘点”。

四　利用“天球18视域”改进天文学科的研究、教学与出版

建立“天球18视域”概念，意义何在？

它既为天球全域整体详图观念的确立提供简明的球面几何学

框架，又为天文知识的积累提供简便的逻辑框架。

这框架能起化繁为简的作用。当代天文学已把在天球所见的众多星体划分成88个星座。利用“天球18视域”框架便于梳理天图，可把如此众多的星座予以分区描述，区分出哪些分别纳入18个芯面，哪些位于芯面之外之间各边环相叠的部位。这就使天球坐标系的坐标数据都能与直观图像直接沟通。在分区描述的同时，把古往今来世界各民族、历史各时期对同一些星体的不同称谓的对应关系也梳理清楚。

例如，黄道8域芯面与中国传统“二十八宿”以及欧洲传统黄道星座彼此的对应关系，可举其若干实例列表一览如下：

中国传统二十八宿					相对应的欧洲星座名称	所在视域
序号	名称	所在宫	赤纬大约数值	赤经大约数值		
1	角	东宫	−10.6	200.0	室女	E
3	氐	东宫	−15.6	221.3	天秤	F
7	箕	东宫	−30.4	269.8	人马	G
10	女	北宫	−9.9	310.6	宝瓶	H
14	壁	北宫	+14.6	2.0	飞马	A
17	胃	西宫	+26.8	41.0	白羊	B
22	井	南宫	+22.6	94.2	双子	C
25	星	南宫	−8.2	140.7	长蛇	D
28	轸	南宫	−17.0	182.7	乌鸦	E

古代的天球仪，用金属把天球制成实物模型，在球上雕制大量星象。例如我国清代1673年铸造的大型天球仪，直径2米，球表面雕制恒星千余颗。这类文物，应制作拓片进行研究。拓制图像时，可运用“天球18视域”概念，以分布于天球仪球面上的18个分点为拓制图像的圆心，精心拓制18幅圆图，并把这些

反图翻过来予以印刷。如此分区拓制的文物图像出版物，将成为全世界共享的天文学珍贵史料。

天文观测资料的积累，包括常年摄制天图这一项目。有了“天球18视域”框架，全世界各观测点所摄制的天图资料就便于以统一规格互相补充，互相比较，也便于发挥各观测点的特异优势，利用各自最有利的纬度与时刻条件摄制观测资料，定期交流，作全世界范围的天球图像整合。

在天文学的基础课程中，“天球18视域”框架使课程内容的组织编排更便于循序渐进，由粗及细，从分到合，使星座图像绘制与语言文字叙述两类作业密切相配，也更便于对学生的天球认知辨识能力进行测试评估。

在科学普及出版物讲解宇宙星象时，向读者提供“天球18视域”大型圆图，就便于进行分区详述，也便于由读者亲自操作，练习天球图像整合，在短期内达到熟练。借助这一新型学具，天文知识的普及教育将能面目一新。

此文首刊于《科学中国人》2001年第9期

中学物理化学传统教材学科逻辑结构中的问题及其现代化改造

理科教学的现代化改造之所以有必要从学科逻辑结构的根本上来考虑，一方面是由于综合构建法数学教学体制从学生接受能力方面准备了新的条件——五年级可掌握二次方程与对数，七年级可掌握三角函数与极限运算，四方阵审题模式则使各个物理定律和化学量纲变得易于掌握。另一方面，现代化思维要求以清澈严密的科学概念为基础，不能听任一些错觉、误解和似是而非的想象在少年的脑海中长期盘踞，等到成长以后才来纠正扭转。科学的认识当然必须以感性经验为基础，但肤浅狭窄的经验印象却又常常自发地导向非科学的观念；因此，如何使少年们幼嫩的感性经验在尚未凝结为非科学的成见之前就及早上升到科学概念，就成了理科教学现代化改造的指导方针。为要贯彻这一方针，必须对传统教材的学科逻辑结构进行审查，从中找出现代化改造的突破口。

本文拟讨论如下七个问题：

（一）由于先学静力学后学动力学，质量与重力两个概念的区分迟迟不能完成，整个少年时期对物理现象的理解停留在牛顿时代之前的水平。

习惯上认为，静力学浅显，动力学高深，先静后动是顺理成章的。但事实上，在不懂得牛顿三大定律的条件下，思考静力学问题的过程中所形成和习惯了的心理表象中包含着对于重力和力

的误解。例如，小学应用题和初中物理计算重量时，根本不把重力和质量加以区别。从单位名称到直观表象全都把两者混为一谈，学生都以为一物的重量是一物固有的，重物下落是物的本性，根本想不到下落是由于地球引力场的力使它这样，更没有能力去想象，在地球以这么大的力吸引这物的同时，这物也以同样大小的力在吸引着地球，这种“质重不分“与“单向力”的错误观念在初中阶段一直保持下来，凝固起来。在压力与压强的计算中，在力的分合平衡计算中，这种谬误可以通行无阻。在化学教学中把比重和密度混为一谈的习惯，实际上是在复合概念中以合法的形式把“质重不分”的谬误坚持下来。这些都对于学生日后接受牛顿三大定律造成顽固的障碍。

由于质量与重力的区分是建立物理学领域的科学概念的最基础的前提，现代化的理科教学必须考虑：用什么样的实验才能使小学生及早区别两者？这一启蒙的完成最早可以提早到哪个年龄？经过心理学的分析和教学实践，不难发现，要把“质量”概念从“重力”那里分离出来，必须通过动力学的实验。例如，在光滑的水平平面上放同样大小同样溜圆的铅球木球各一个，或者从很高的架子上用长绳挂下一满一空两个篮子，让学生分别推一推，感觉一下谁更“笨重”。只有在这类动力学实验中，人对物体质量的感觉才摆脱重力的纠缠，这时感觉到那物的笨重才不是“往下沉”（重力），而是“对速度改变的反抗”（惯性质量）。实验中可以要求对比一下，推铅球推满篮时感到的“笨重”，跟捧铅球提满篮时感到的“沉重”怎么不同。并且告诉学生，在宇宙空间失重状态下，后者消失，前者却永远不会消失。这个实验是三四年级的小学生都能领会的。

从这里看到理科现代化改造的一个突破口。可以在小学三四年级，通过这类实验，把日常生活中的“重量”这一混沌表象一分为二，一方面抽象出“质量”，是每个物体本身固有的，用

"公斤"、"克"等单位名称来计量大小，另一方面抽象出"重力"，是这物体同地球相互间的成对引力，用"公斤重力"、"克重力"等单位名称来计量大小。并且随即制定一种用语规格：不能说某物体有多少公斤重力，只能说某物体与地球相互间的成对引力中的每一支是多少公斤重力。不久以后进一步把"公斤重力"这种单位名称分解成质量单位和加速度单位两种因子，转译成两因子的积。

（二）在对"力"进行定性定量描述的过程中，一方面由于跟"动量"概念脱节，另一方面由于"加速度"概念缺乏瞬时速度微观表象的支持而在心理结构上十分粗糙疏松，以致对"力"的把握常常不准确。

牛顿本人对力的定义是同动量密切联系在一起的，他把力的大小表述为动量差比时间差的比值。但是传统物理教材对此好像置若罔闻，把动量跟力拆得老远，到很晚才引进来。在缺乏动量概念提示的情况下，学生不懂得该首先着重想象在运动中的质量。事实上，当绝对的质量与相对的运动兼备时，绝对质量不会变，相对运动的速度则随时可变，这种变化的大小说明所受到的力的大小。通过这种"质量与运动兼备"（即动量）的心理表象，才能达到对力的明确理解，对力的定性把握。因此，在小学物理课建立"力"的概念时，复归牛顿本人讲动量的传统，是理科教学现代化改造的必要环节之一。

加速度概念在心理表象上的缺陷，也干扰了力概念的建立。这缺陷表现在两方面：

（1）由于没有微观性的瞬时速度单位名称而难以想象瞬时速度。精确的加速度概念当然是以瞬时速度的表象为建筑材料而构成的：想象到，在某一秒钟的开始瞬间具有这样的速度，在它的末了瞬间具有那样的速度，才能形成一秒之内速度变化的完整心理表象。但是在学生头脑中，瞬时速度的表象却因为教学中所用

的速度单位名称过于粗糙而难以建立。如果我们用“毫米/毫秒”或“微米/毫秒”来代替“米/秒”或“厘米/秒”，瞬时速度就很容易想象了。综合构建法数学教学所用的“量纲法”已经提供了单位之间自由换算的简便方法，在小学物理教学中采用这种单位名称是完全可行的。这是现代化改造的又一个突破口。

（2）由于加速度这个词仅仅提到速度的加减变化，学生沿着它的提示进行想象，常常忘记了，必须同时考虑到花多长时间完成了这么大小的速度变化。为了帮助学生克服疏忽，兼顾两层，用“变速速率”这个词来给“加速度”作注解是很有效果的。适应微观表象，变速速率的单位名称可以写作“微米/（毫秒)^2”，读作：“微米每毫秒每毫秒”。在这样注解下，重力加速度可以改称为“重力所引起的变速速率”，当它用“微米/（毫秒)^2”，作单位时，数值仍是9.8。

这样建立起来的加速度和重力加速度概念，就会具有缜密坚实的心理结构。学生只要学会这样来解释：假定在第一毫秒开始时是静止的，到第一毫秒末了速度增到9.8微米/毫秒，到第二毫秒末了速度增到9.8×2微米/毫秒，到第100毫秒末了速度增到9.8×100微米/毫秒，到第1000毫秒末了（即第一秒末了）速度增到9.8×1000微米/毫秒（即9.8毫米/毫秒）——他对重力所引起的速度变化就有一幅准确的图像。再把这个统一的变速速率跟任何物体的质量结合，两因子相乘，那末关于“重力”的具有现代化微观水平的科学概念，就结结实实地构造成功了。

到这时候，“公斤重力”这个单位名称就可以明确地转译为“公斤×9.8微米/（毫秒)^2”。

（三）传统的力矩和功两个概念虽然都是力和长度的乘积，但方向关系不同，前者垂直，后者同向，表现出逻辑结构的分岔不统一。这种分歧在现代化的知识结构中是应当消除的。

在力矩概念里，力和长度在方向上要求按垂直关系来把握，

是由于它保留了古老经验知识的遗迹，在古代发现杠杆原理时就是按这方式来量的。但事实上，每一个力矩的核心都是切向运动的“微功”；在共支点的条件下，所有切向运动或圆周运动的微功，不论其圆半径多长，都转过同样大小的角度，形成一对对或一组组“等角微功”。力矩相等的原理，完全可以从等角微功相等的原理中推导出来，而后者又只不过是“输入功＝输出功”这一普遍原理的特殊表现形式而已。

假定转过的角度是$\frac{1}{N}$个周角，那末圆周的一小段之长就等于$\frac{1}{N}\times 2\pi r$，作用力行程与效应力行程就分别为：

$$作用力行程=\frac{1}{N}\times 2\pi\times 作用力臂$$

$$效应力行程=\frac{1}{N}\times 2\pi\times 效应力臂$$

应该注意到，这里的行程都是与力同向的。进而，作用功与效应功的等量关系就可以写作：$\frac{1}{N}\times 2\pi\times$作用力臂$\times$作用力$=\frac{1}{N}\times 2\pi\times$效应力臂$\times$效应力，约简以后就变成力矩相等了。

由此可见，力矩相等原理是功相等原理的省略表述，力矩概念是等角微功概念的省略变形。反过来说，力矩教学现代化改造的途径是把力矩还原为等角微功，这样，杠杆、轮轴就跟滑轮、斜面、螺旋在原理上完全统一了。

（四）在传统化学教材中，原子核的组成和核外电子的壳层轨道等知识放在最后，可是对于现代化的理科知识结构来说，它们却是基础，而且就知识所属的领域来讲，它们是物理知识。由于这些基本的物理知识迟迟没有亮出来，就使得原子量、元素性质、化合价、酸碱性、氧化还原等一系列化学基本概念的讲解停留在一个世纪以前的经验现象描述水平上，学得不深不透。

把基本的微观物理知识下放到小学物理课，借助图片、模型、动画等手段使儿童及早具备想象这些物理量的能力，是理科教学现代化改造的一条重要战线。

按这些知识的相互关联，可以分成如下几组：

第一组知识：质子中子的质量和体积，原子量，分子量，摩尔质量，阿伏加德罗数，摩尔数，摩尔浓度。

每个核子的质量和体积这种基本物理量，应当让儿童从小就知道并记住，它们不仅能促进对微观事物的直观想象能力的发展，而且对理解各种基本数量之间的关系提供了脚踏实地的依据。实际上，单个核子的平均质量的倒数就是阿伏加德罗数，这是由于人们要求摩尔质量在数值上取得跟分子量恰恰相同而形成的必然结果。至于体积，单个核子的体积×一摩尔某种物质所包含的核子总数所得的积，远远小于某种物质的摩尔质量÷某种物质的密度所得的体积，这会有力地说明，即使在固体中，每个原子核周围存在着多么大的空隙，这也对电子壳层轨道的提出作了准备。

要求小学生理解这些，是可能的吗？在具备了科学记数形式的乘除技巧和四方阵审题解题习惯的基础上，只要引进“摩尔16方联阵”，四年级学生掌握这些物理量是没有困难的。

	质量	摩尔数	分子数	核子数
	克	mol	个（分子）	个（核子）
	核子质量			1
	分子质量		1	分子量
分子量 =		1	N	
	摩尔质量		阿伏加德罗数	

这16方联阵的中间两行和最右一列，在日常计算中可以省略不摆，就形成6方联阵。

第二组知识：电子与质子的电荷，电子的质量，电子的能级和壳层轨道，电性中和条件下原子最外层轨道上的电子数及其同元素性质的对应关系，丢电子趋势的强弱对应于金属性的强弱，夺电子趋势的强弱对应于非金属性的强弱，不丢不夺对应于惰性。

第三组知识：离子，电解质，电价键，化合价，克当量，克当量数，当量浓度。

第四组知识：从氢离子与氢氧基团离子的角度讲酸性碱性及其强弱。

第五组知识：从夺电子与丢电子本领的角度讲氧化还原。

第六组知识：有机化合物的分子结构，以基团为特征的类型和序列，核苷酸（嘌呤、嘧啶）与核糖核酸，氨基酸与蛋白质，遗传密码。

这六组知识，从四年级起每学期安排一组，是可行的。这样，在进入七年级以前就已经打好了准备学习现代化化学课程的基础。

（五）电流从正极流向负极这个说法，是在上世纪还不知道电子的情况下人为约定的，事实上，除了在极少数情况下有带正电荷的粒子从正极奔向负极，绝大多数情况下都是电子从负极流向正极，传统的电流流向观念已被证明是不符合事实的虚构。与此相应，在设想电位差或电动势时，假定正极好比高水位，有流出电流的势头，也是虚构。在电流和电位都无视电子的情况下，伏特和安培这两个单位名称的规定性中也就都没有讲到物理现象背后关键性的事实——电子的数目，因此尽管学生从伏特计上和安培计上读数几十次，用欧姆定律计算几百回，他未必就能正确地想象伏特和安培究竟是什么东西的量。物理教学的现代化不能不考虑对这种状况予以彻底改造。

电学的现代水平的学科逻辑结构，应该从一个个电子、一价

负离子、一价正离子的电荷为出发点，计量它的绝对数目，来代替笼统的带负电或带正电的感性描述。假如把单个的最小电荷称为“电荷子”（可有“正电荷子”、“负电荷子”两种），那末首先要对库伦等静电电量单位用电荷子的绝对数目来加以定义。进而，电位差（电压）的量应当用电荷子的差数来解释，当然，差数的算法应当是严格而合乎逻辑的，例如，如果说，甲极有一亿个正电荷子而乙极没有任何电荷子，差数算一亿电荷子，又，甲极没有任何电荷子而乙极有一亿负电荷子，差数也算一亿电荷子，那末，甲极有一亿个正电荷子而乙极有一亿个负电荷子，差数就该算两亿个电荷子了。这样，伏特跟电荷子数目之间的关系就明确了。再进一步，在明确电子流的方向是从负极流向正极的同时，电子流的量也应当用每毫秒流过的电子数（这也是电荷子数）来解释，因而安培跟电荷子的数目之间的关系也明确起来。这时，电压量纲和电流量纲共同在分子里包含着电荷子的个数这一事实就明朗化了，两者在四方阵上的竖对关系也就随之可以确定了。当然，在用“电子流”概念代替传统的“电流”概念并用相反的流向来叙述以后，左手定则和右手定则的表述都要相应改变了，这是现代化改造过程中必不可免的对习惯的冒犯。

电压电流两者的比值呢？按照数学中的常识，比值可以有互为倒数的两个数。当以电流为后项时，比值是电阻；反之，当以电压为后项时，比值是电导。这样，一下子就建立了六方联阵：

电位差 U 伏特	电阻 R 欧姆	1
安培 I 电子流	1	姆欧 $\frac{1}{R}$ 电导

“电导”一词虽然是传统物理教材里有的，却并没有作为一个基础概念提出来，在讲欧姆定律时根本不提它。电学概念体系的现代化改造要求把电导放到基本概念的地位上来强调。用一对相反互倒的概念来描述同一种条件，同一对关系，是现代科学常用的重要方法。在电位差和电子流的相互关系问题上，我们没有理由一定非把谁当做比例后项不可，两种相反的比值都是有意义的。电阻与电导一对概念同时建立，使电学概念体系一开始就具有更完美的对称性，往后就会使串联和并联两种电路条件中的关系式互相对称，使并联跟串联一样容易理解。电导概念的及早明确建立也会使法拉第定律跟欧姆定律在表现形式上更加协调，电容概念的建立更加顺利。

当然，在建立这一对概念时，应当说明，“阻”和“导”这两种说法所指的只是同一种条件，即由导线的材料、粗细、长短决定的，使电子得以流通的条件。可以用水管引水作比喻。一条管子把水从这池引到那池，这样讲是讲到了它的“导”；可是管子的口径毕竟有限，管壁也不特别光滑，那样讲就又讲到了它的“阻”。电阻率的使用也是这样，一套数据兼有计算电阻、电导两种用途。

（六）传统磁学理论把磁的两极称为北极南极，这样称呼的结果是，当磁偶极子衔接成串时，北极就总是在南极的南边，同时，地磁的北极就一定在地球的南极。这种可笑局面的出现显然是由于用词不当。另一方面，磁学入门对磁两极的定义仅仅凭它们与地球相互方向关系的经验观察，完全不提铁原子核周围壳层轨道中电子运动的方向，这样，磁的本质规定性就完全隐没了，磁偶极子也就成了与电子流无关的架空模型。这两方面的清理，是理科教学现代化改造肩负的任务，磁学的基础概念必须与电子学相关，其用语又必须科学合理，这两条，是现代化磁学概念体系得以建立的前提。

首先，在用语方面，应当把磁北极称为向北极，磁南极称为向南极。这样，就突出了磁极的指向性，防止把它们简单化地误解为位置。在名称用语中突出了指向性以后，按照“坐南朝北，坐北朝南”的相反相向规律，传统概念曾经面临的尴尬就解除了。在磁偶极子衔接成串时，向北极与向南极相引相贴，向北极在南指向北方，向南极在北指向南方。同时，在地球南极的那个磁极是向北极，在地球北极的那个磁极是向南极，暗示了磁力线的环行指向，同样顺理成章。

进一步，磁偶极子的模型应当同铁原子的电子壳层轨道模型合二而一。当然这模型并不仅仅显示壳层轨道，而且要表明处在轨道中的电子绕核公转的方向，这方向与磁极的指向按定则相配合。这就是说，磁学教学现代化改造要求把右手定则以微观形式在磁学入门阶段就引入。但这样一来，似乎又会引起一个疑难：当我们对电流概念用电子流的微观表象加以校正以后，右手定则岂不要改称为左手定则了吗？不！只要在此同时，我们把磁力线的方向重新定义，不再理解为“从磁针的南极到北极的方向”，而理解为“朝着向北极的方向”即“磁力指南”，那末右手定则就仍是右手定则。根据电子流方向与磁场方向之间的右手定则——右手拇指代表电子流方向，那末握拳的四指就代表磁力指南方向——按照磁场矢量合成的道理，可以推出另一右手定则——右手握拳的四指代表电子环流方向，那末拇指就代表筒心磁力指南方向。

（七）摆动、振动、振荡、波动，在传统物理教材中是分散在各个分科里讲的，摆和弹性振荡在力学里，声波在声学里，电磁振荡在电磁学里，光波在光学里，这样，学生对振动（即时间中的波）和波（空间中的波）的理解就往往停顿在各种物质材料的特殊性中而不能把握其普遍性的本质。更何况，对于同一组振动或波现象的内在多层次性及其不同层次之间的导数关系，教材

大都不向学生及时指出。例如，讲到单摆，就仅仅侧重引导观察位置变化描出的波形，而对运动速度变化与加速度变化那两个层次中同样存在而相位有别的波形，则略而不提。以致，振动与波的概念一开始建立就是片面的，单薄的，离本质结构相距甚远的。由于波在现代科学技术中的重要地位，如何加强这一专题，从教学布局到教法教具全面考虑改进措施，就是理科教学现代化改造中的一个重要课题了。

从布局上，应考虑把这专题的不同教材加以集中，用几个月的时间，从单摆、机械振荡到电磁波光波，一个个小单元连续演示实验讲授，一气呵成，不被不同分学科的界线所切断隔开，使学生能在不同领域的波动现象的相互比较中，存异求同，牢牢抓住波动现象的本质结构。

考虑到必须从正弦余弦曲线一再求导的深度来理解振动与波才能达到完整的把握，这一系列内容的学习应当安排在学过三角函数求导之后，即在九年级上学期第七周以后的三个月。

在每一个小单元的教材组织与演示讲授上应包括三个水平面：

最低的水平面是，分别讲清每种物理量在四个相位界的状态与四个相位的变化趋势。例如单摆，位置这种物理量，在四个相位界的状态是：最低点，右侧最高点，最低点，左侧最高点。四个相位的变化趋势是：向右位移越来越远，从右回来越来越近，向左位移越来越远，从左回来越来越近。另外两种物理量，速度和加速度，各自都有一套四个相位界的状态和四个相位的变化趋势。加速度这种量的相位分析还要佐以重力的分解图。

第二个水平面是，把不同物理量的状态之间和趋势之间的同步对应关系讲清。例如，在位置处于右侧最高点时，运动速度为零，而向左的加速度达到最大值。这是在一个相位界上的一组状态对应，另外三个相位界上各有一组状态对应，在四个相位的每

一区间也有各自的一组趋势对应。这实际上是从不同物理量之间的关系的角度讲出了三角函数连续求导的道理。

第三个水平面，在第一单元还没出现，以后就越来越丰满。这个水平面所要求的是，把不同单元所涉及的物理量之间的映照关系串起来。例如，单摆中的重力的切向分力就相当于弹性振荡中的弹簧形变应力，又相当于声波传递时空气分子的密集造成气体压强增高而对每个分子所施加的压力，又相当于电磁振荡回路中电容器的电容所造成的电位差，等等。以上仅仅举出参与振动的一个侧度的一串映照量，其余各个侧度也都有各自的一串映照量。通过最后这个水平面上的深浅映照，比较异同，异中求同，概括抽象，学生就有可能对波的本质结构达到透彻理解。

以上七个问题的剖析讨论，可以给中小学理科现代化教学体制的设计提供一个纲要。

此文首刊于《新时期教育改革的探索·第六分册》

综合构建法数学教学体制概述

当前我国经济的现代化改造和起飞，要靠现代化的教育来顶推，九年制义务教育的内容和方法的现代化改造则是现代化教育制度建立的前提，其中数学与理科课程的现代化又首当其冲。但是20年来国际上的中小学数学现代化实验大多数失败了，因此保守求稳的潮流暂占上风。逆此流而进，坚持现代化探索，1978年秋以来北京市育民小学进行了“综合构建法数学教学体制”实验教学，这套方法有效地开发了儿童的智力潜能，使其能用三年时间学完传统小学数学教材，五年级学会二次方程与对数，六年级开始学习三角函数。实验的成功为理科教材的大幅度下放，为九年制义务教育达到国际现代水平，准备了条件。

综合构建法数学教学体制，从教育哲学上讲，是坚持普遍适用模式的传授与学生主动操作言语活动的发展相结合的原则，从心理学方法上讲，是运用多方面的感性材料致力于理性认识器官的早期构建，从数学学科逻辑结构上讲，是牢牢抓住算术、代数、几何三科的内在贯通性，设计一整套叙述与书写的浅显格式来实现数学信息的转换汇合。

试分作七个课题介绍这一体制如下：

（一）数量关系的基础训练

（二）质因积训练

（三）乘法分配律的及早引入

（四）比例的及早引入

（五）对数推导用摘下箭式

（六）极限运算用微因子

（七）几何教学的一体化设计

课题一　数量关系的基础训练

数量关系按其结构水平可分为三个等级：加减性数量关系、乘除性数量关系、对数性数量关系。前两个等级是基础，是小学数学教学的重点所在（对数性数量关系在本体制中已放在小学，其教学方法将在课题2、5内详述）。加减性与乘除性数量关系各有其算术方面和代数方面，在基础训练中，要求把算术和代数两方面紧紧联系在一起，从算术及早上升到代数，以代数规律统率算术知识。其教学方法可概括为操作完形与理性直观两点。

操作完形是对于一组数量关系的完整操作模式，包含感性、理性、互逆、互换四种要素。在学习2与3的组成以后，通过$1+1=2$，$2-1=1$，$2+1=3$，$3-1=2$，$1+2=3$，$3-2=1$六个算式的实物演示（感性层）和朗读、书写（向理性过渡的预备），接着对算式动手交换，并学习带手势朗诵三句变换算式的歌谣（理性层）：（1）头尾对调，加减改号（互逆性）。（2）加号前后，可以对调（互换性之一）。（3）减号后，等号后，可以对调（互换性之二）。由三句歌谣统率四个算式组成一套心理活动，就是一个操作完形。这三句歌谣就是以主体动作方式进入学生智力结构的代数知识，就是能够统率并组织大量算术知识的代数推理法则。北京市西城区鲍家街幼儿园的实验教学证明，小班儿童能够掌握这样三句歌谣，并且自由迁移，用以变换新的加减算式。以这三句歌谣装备了智力结构的孩子，能看着一张张点子图主动构筑大批加减算式。到幼儿园中班，就可以围绕一句乘法口诀学习

乘、等分除、包含除三种实物操作，建立乘除算式，接着学习带手势朗诵另外三句变换算式的歌谣：（1）头尾对调、乘除改号，（2）乘号前后，可以对调，（3）除号后，等号后，可以对调——形成乘除性数量关系的操作完形。这一智力水平的操作完形一旦建立，幼儿或小学生就能根据一张张点子图主动编出一大批相应的乘法口诀，主动构筑大批乘除算式，使小九九教学大大加速。

建立操作完形的理论根据是：

1. 根据“认识依赖于实践”的道理，在我们把儿童领进问题情境之前，要先教给他操作方法，而不应反过来，在儿童还不能熟练地操作时就拿算术题去考他。

2. 实践必须具备辩证的构造，才能完整地把握对象，因此操作必须含有互逆因素（加减互逆、乘除互逆）与互换因素（加法交换律、减数与差可交换、乘法交换律、除数与商可交换）。

3. 为了促成从感性认识到理性认识的飞跃，必须把感性操作（对实物的操作）跟理性操作（对符号的操作）密切配合起来，理性操作（变换算式）的引入不应延迟到小学高年级才开始，而应放到幼儿园小班中班。

大量建立操作完形的教学效果是：

1. 以代数性的理性操作统率算术性的感性操作，系统化的知识由学生自己主动构筑，积极性大大提高，脑力负担大大减轻。

2. 对于数量关系有完整的把握，灵活的思考，为应用题的审题解题打好基础。

3. 感性操作积累算术知识，理性操作培养代数运算推理能力，知识与智力同步发展，形成算术代数交融的智力结构，既克服了传统教学先学算术、推迟代数的狭窄片面，又防止了新数教学强调代数、荒疏算术的失败。

理性直观是把应用题中所给所问的数（以及隐藏潜伏未给未

问的数）摆成阵势，借助方位关系来显示一组数量关系中各数之间互相推算的逻辑关系，一瞬间就判断解法。加减性数量关系摆成“两岸阵”，乘除性数量关系摆成“四方阵”。多步应用题与四则混合应用题，用多阵剖析多组数量关系，不同阵里的共同量用共同的字母来代表，借此互相联结。

两岸阵实质是简单方程，只是在书写格式上作如下变更：各项上下并列；等号改为波线（称作“一条河”）；相加的项都省略加号；减去的项左边带减号，但在填写数字或字母时按“甩掉减号，搬到对岸”（即移项变号）规则处理；左侧摆汉字阵（但阵里总量简写为∑，差数简写为△），右侧摆数字字母阵，波线上写单位名称，给数的项填写数字，所问的项写 x，未给未问的隐藏量写 a、b、c 等字母；左右两段波线之间用横指右向的箭头衔接。两岸阵的摆阵要求是“两岸必须相等”，这也就是要求从小学一年级上学期起就练习寻找等量关系。在“比多少型”两岸阵的摆阵方法中，语句与阵有对应关系：“这比那多些”对应于“这等于那加差数”，“那比这少些”对应于“那等于这减差数”。两岸阵的解阵规则只有两条：（1）若 x 是独占一岸的总量（或相比两量中较大的），那一定用加法，x = 它对岸的 + 它对岸的。（2）若 x 是跟别的量挤在一岸的部分（或相比两量中较小的，或差数），那一定用减法，x = 它对岸的 - 它本岸的。总括要领是：x 对岸的，要加；x 本岸的，要减。教学中只要通过一年级上学期教材中最简单的实例总结出上述代数性的解法规则，学生就能掌握解加减应用题的基本方法，须要练习的主要是把题意转换成两岸阵这种审题技能。

四方阵实质是比例式，只是无论最初的简单乘除题还是后来的比例题，都要求按如下格式来摆阵：先划一个十字框架，横线上写单位名称（没有单位名称的、表示倍或率的数，写在竖线的右侧）；同名竖对，即同样单位名称的数，竖里对齐（同样没有

单位名称的数，也竖里对齐）；对应横对，即，互相对应的量，横里对齐。结果必然是：单量跟1份横对，总量跟份数横对，标准量跟1横对，比较量跟关系数（倍、率）横对。由于四方阵（正如比例式一样）天然有这样的性质：交叉相乘必定相等，平行相除必定相等，所以四方阵的解阵规则只有两条：（1）若x与1斜顶角，用乘法，给的数斜顶角定要相乘，可以手划交叉线，口念："x乘以1等于它乘以它"。（2）若x与1横对或竖对，用除法，x的斜顶角方定当除数，可以手划平行线，口念："x除以1等于它除以它"。总括要领是：给的数斜顶角定要相乘，x的斜顶角方定当除数，两句话合起来就是解比例公式。教学中只要通过一年级下学期教材中最简单的实例总结出上述代数性的解法规则，学生就能掌握解乘除应用题的基本方法，须要练习的主要是把题意转换成四方阵这种审题技能。

摆阵审题方法既包括了解应用题思维中的综合法和分析法，又弥补了两者的不足和局限。摆阵的要求，把学生的思维引导到把握抽象数量关系的完整结构：一方面锻炼抽象能力，从应用题所叙述的具体情境中舍弃不属于数学本质的纷繁现象，提取数量之间的关系这一抽象本质；另一方面培养把握完整结构的能力，不从个别具体数目的大小出发来猜测解法，不受数目大小摆布以致错误判断解法。综合法要求从两个已知量推想一个未知量，分析法要求从一个未知量追寻两个已知（或可知）量，当阵上摆出了各量之间的阵势关系以后，两种思路可以自由选择，都走得通，这是摆阵审题之所以能兼容两者的原因所在。同时，综合法的推想过程和分析法的追寻过程中必须确定的算法（加减乘除四则该用哪一则才对）却是综合和分析这种要求本身不能提供的，只能根据数量关系整个结构的性质和状况来找出，摆阵审题所摆出的阵势正好明白显示两者所需要搞清的算法。

由操作完形和理性直观培育起来的抽象思维能力，不仅包含

数概念和计算的抽象，而且达到了超算术的代数抽象，因此提供了可能，在一年级上学期做包含负数的加减应用题，一年级下学期做第一批分数乘除应用题。

课题 2　质因积训练

质因积就是质因数的连乘积。把这种形式当作像十进制一样重要的记数形式，从幼儿园中班就开始引进，要求孩子们自幼就熟悉它与十进制形式互相转译，是综合构建教学法沟通不同领域数学信息的重要措施。不但任何整数可以用质因积形式表示，而且任何分数、小数也都可有自己的质因积形式。分母为质数的分数单位称为“倒子”，质数本身则相对照地称为“顺子”。这样，分数和小数就可以表示为若干倒子、若干顺子的连乘积形式（连乘的倒子，分子 1 可以共用，分数线可以相连）。

质因积形式的引入是由乘除操作完形与小九九教学带动的，任何一句乘法口诀所带出的一组乘法算式，它们的等号前那部分都要求进一步转译成质因积形式。从两个乘式就可导出某数的质因积形式，乘法交换律、结合律就决定质因积有这样的基本性质：各因数排列任意可变，一种组合与一个积值唯一不二地互相对应。从两个除式就可导出顺子与倒子相接的“质因积除式”（例如：$12\div4=3$ 的等号前那部分转译为 $2\cdot2\cdot3\cdot\frac{1}{2\cdot2}$），在这形式里，除数由倒子体现，整数除法由约分形式（称做“同数顺倒一起甩”）来体现。质因积形式随着口诀内的数从小到大而由简短到冗长。九句“一几得几”口诀的教学则明确 1 在质因积形式里的特殊地位：白接 1，白甩 1，1 的倒子还是 1，甩尽留 1。甩尽留 1 的规则不但提醒了约分约尽不该得零，而且已经孕伏了任何数为底的零次幂等于 1 这一知识。

倒子的多重身份使它能起信息交换站的作用。在从十进制除式转译成质因积除式时，倒子相当于除数，而译写规则“甩掉除号，顺子改倒”已孕伏分数除法运算规则的前一半。在把任何分数单位译成质因积形式时，倒子相当于分数单位里的各种因子。在把任何真分数、假分数译成质因积形式时，倒子相当于分母的因子。分数一旦被表示为质因积形式，就出现惊人的教学效果：其一，约分的要求一目了然，连一年级小学生都一看便知，其二，通分只要按照如下方法来做：“目标：倒子凑平；规则：同数顺倒一起接”，连一年级小学生都一学就会，其三，分数乘除技巧大为简化，第一批分数乘除计算题可以下放到小学一年级下学期。在分数小数互化时，几段倒2.5就相当于第几位小数的位名，例如千分位位名写成$\frac{1}{2\cdot5\cdot2\cdot5\cdot2\cdot5}$。在分数百分数互化时，两段倒2·5就相当于百分号；分母只含2与5的常用简单分数，可以不用竖式除法而通过更简便的思路化成百分数，做法是：“目标：倒子凑足两段倒2·5；规则：同数顺倒一起接”。倒子四通八达的信息转换功能大大加强儿童对各种有关数学概念的消化驾驭能力。

质因积形式的早期引入为提前进行高位数与小数教学开辟了可能性。在十进制数位位名概念教学中，质因积、面积图、十底幂三者结合的综合构建使高位数和小数概念对于一年级下学期的小学生也不困难。面积图的作用是借助几何图像的直观比例感来为位名概念的数量级逻辑关系提供感性模型。描述面积的语词（十个十是百，十个百是千，十分之一的十分之一是百分之一，等等）可以进一步写成若干段顺2·5或倒2·5的质因积长串形式，长串形式配合面积图而领先出现，使指数写法和对数说法的引入不但好懂，而且迫切需要。十底幂的作用就是把质因积长串形式加以简化压缩，像画龙点睛一样点明段数，把它写成指数

（倒 2·5 的段数写成负指数）而与对数概念挂起钩来。质因积在这三足鼎立的结构中以“2·5”这种细胞联结贯通全体，顺倒 2.5 段数的多少，一方面与面积比例感相对应，另一方面又与指数对数相对应。位名教学分四段进行，用四张面积图。第一张图从个到万，相应的质因积是从 $2\cdot5\cdot\frac{1}{2\cdot5}$（甩尽留 1，一段 2·5 也没有）到四段 2·5，相应的十底幂里的指数是从 0 到 4。第二张图标题为“从高楼上往下看到的”，从万到亿，相应的质因积是从四段到八段 2·5，相应的十底幂里的指数是从 4 到 8，并在口述对数时把中间三个数各自分成两数相加，例如讲：“5 = 1 + 4，是十万的对数”。第三张图标题为“从飞机上往下看到的”，从亿到兆，相应的质因积是从八段到十二段 2·5，相应的十底幂里的指数是 8 至 12，口述对数时也把中间三个数各自分成两数相加，例如讲：“10 = 2 + 8，是百亿的对数”。第四张图标题为“透过放大镜看到的”，从个到万分之一，相应的质因积是从 $2\cdot5\cdot\frac{1}{2\cdot5}$到四段倒 2·5，相应的十底幂里的指数是 0 至 - 4。在教学过程中，每学一组十底幂就把它们在对数统率下排成“位名序列”，让十进制的数字和算盘上的数码坐上“列车”。随着面积图的增多，位名序列就逐步向左向右延长，一直到算盘下方的位名序列纸条好比成了一条以整对数为标数的数轴，小学生可以凭整数递增递减规律想象出，这序列能够向两端无限伸延，这时对十进制的认识就以十底幂为纲而趋于完整。以往的十进记数制教学，在最初建立概念时不用十底幂而仅仅用民族语言中的语词，进了初中以后又倒过来用十进制形式（1 挂几个 0）来定义十底幂，这两个方法都使学生处于艰难的境地，与上述方法对比之下，教学效率显得相当低。但这种境况之所以有可能得到扭转，是由于在提早进行质因积训练的基础上，可以用面积图与质因积相配合的双重启导方法使小学生理解十底幂，因为十底幂作为位名概念的含

义，只有靠配合面积图像（几何因素）的质因积长串形式（算术操作因素）来阐述，才能落到实处，扎实牢靠。

经过上述教学程序建立了位名序列，让一串串十进制数字坐上“列车”以后，任何十进制数字就都可以化成多项式，每一项的格式都呈现为“一个数码乘上十底幂”（为了整齐紧凑，要求各项上下并列）。转换成这样的多项式以后，十进制数字哪怕高位再高，小数再小，位数再多，含义就都明显到一年级小学生也能够把握得住了。而“一个数码乘上十底幂”已是科学记数形式的雏形，只要乘法分配律一引进，就马上可以提高到普遍适用的科学记数形式。

为了让倒子及时跟负指数挂钩，当然必须预先建立负数概念。从数学教学现代化的全局来看，负数教学的下放，具有战略意义。在综合构建法教学体制中，从幼儿园到小学二年级，安排了负数教学的五个阶段：1. 在小班、中班，从认位置、比大小的角度认识负数，采取的练习形式有：在寒暑表上插红绸，在自己身体上指部位，进退走步，根据高低与大小的对应关系建立不等式，变换不等式，例如把 $-2<-1$ 变换成 $+2>+1$（用的歌谣是：各项正负变号，大于小于改号）。2. 在大班，练习用“倒减法”做退位减法题。例如，在熟悉“六四合十”和“四退一还六”的基础上，$13-7$ 竖式的做法按如下的程序说：3 比 7 少 4，3 减 7 欠 4，四退一还六。3. 在一年级上学期，练习正负整数加减。4. 在一年级下学期，练习几段倒 2·5 与十底幂互译，练习十底幂相乘相除，通过正负指数加减来运算。5. 在二年级上学期，经过把负号重新定义为负因子，写作（—），让负因子参加到质因积里来，使任何负数表现为一次负因子跟某正数相乘的积，练习对于负因子遵照乘法交换律、结合律、分配律进行运算，练习用三句负因子运算口诀（（1）白甩负负，白接负负，（2）负的倒子还是负，（3）白接负负，一次留在外，一次分配

乘）进行所需要的运算推导。

质因积训练的范围当然还应当包括小九九口诀表以外的一部分内容，传统教学中在五年级进行的观察某个整数能否被哪个质数整除的练习，可以放到二年级（学过竖式除法以后）进行，这部分教材可以看作质因积基本功训练的组成部分而称为“含因观察法”。教材下放改编时，除了含 7、含 13 观察法较传统有所增添以外，在观察法的算理讲解上，由于运用提公因和分配乘，更加简明透彻。

有了质因积形式，开几次方求方根这一概念的教学可以提前到小学二年级。因为这概念本身的建立是可以以求有理根为例来讲解和练习的，而只要是求有理根，不管是开多少次方，都可以通过质因积形式用最简便的方法来做：要开多少次方，就把质因积里的因数分成完全相同的多少段，取其中的一段。这样的开方所需要的技巧就跟幼儿园里分糖果一样简单，可是对因数进行均等分段而几中取一的操作却正是开几次方这一概念的本质所在，分指数如果是分数单位，它所表示的操作意义也正是如此。在质因积训练扩大了范围以后，通过质因积形式求有理根的运算就有足够的材料可做，求方根概念教学的教材就可形成了。至于竖式开平方和通过对数求任何次方根等求无理根的计算则可留到五年级。

通过质因积形式求最大公约数和最小公倍数的书写格式，国外新编数学教本中已有，我们也采用了。

课题 3　乘法分配律的及早引入

鉴于传统教学中移小数点、多位数相乘、分数加减等教材算理讲不透，同时考虑进一步挖掘儿童的智力潜能，下放更多的初中代数教材，使算术和代数充分交融，综合构建法教学体制断然

把乘法分配律的教学提前到小学二年级。

从二年级上学期就进行分配乘与提公因互逆运算的基础训练。在教学方法上，一方面借助矩形面积的裁、拼来显示算理，分配乘相当于裁开（所裁的那条缝的长度与所分配的乘数相对应），提公因相当于拼合（拼在一起的、长度相同的边与所提的公因相对应），另一方面在书写格式上设计了“横乘竖加式”，把多项式的各项上下并列，使分配乘之后或提公因之前各项共有的因数定能上下对齐，使运算结果或运算条件更加醒目，便于检验，避免遗漏和差错。

在此基础上，分数加减、带分数化假、科学记数普适形式的引入、移位名乘除的引入、乘法竖式的引入都可以通过横乘竖加式的提公因或分配乘来做。分数加减最初阶段用提公因方法，把各项共有的倒子提到括号前面来，分子留在括号里就呈现为整数加减了；较高阶段通过求各项分母数的最小公倍数按“同数顺倒一起接，倒子留在外，顺子分配乘”的办法做，算理虽然较深，书写却更简便，更易排除差错。带分数化假的教学应放在简单的分数加减之后，可通过一个简单实例按通分、提取公有倒子的方法做，随即总结出普遍适用的书写格式：

$$=\frac{1}{\text{分母数}}\left(\begin{matrix}\text{分母数}\times\text{整数}\\ \text{分子数}\end{matrix}\right)$$

按这格式做习题。逆转过来，假化带就很容易沿着包含除的思路，用除法竖式求商（＝整数）和余数（＝分子数）的格式来做了。这样，带假分数互化的教学在传统材料中因不合理地放在介绍分数概念之初而造成的算理不清、学习被动、差错难免的状况，就迎刃而解了。本体制带假互化放在小学二年级上学期都不会遇到困难。十进制的多位数要化成带有混小数的科学记数形式，只要取头位位名的倒数做分配乘，算理仍是同数顺倒一起接，在此把十底正几次幂简称顺子，十底负几次幂简称倒子；如

果头位位名是顺子，那末在同数顺倒一起接的同时就该“顺子留在外，倒子分配乘”，反之，如果头位位名是倒子，那末一起接时就该“倒子留在外，顺子分配乘”。用这办法讲清算理以后，立即可以总结出科学记数的普适形式：头位数码当个位乘上头位位名十底幂。传统教材中关于移动小数点如何影响数值的讨论，我们也纳入乘法分配律的教学之中，称之为“移位名乘除”。把十底正几次幂给由十进制数字化成的多项式分配乘的结果就是，每位数码所乘的位名十底幂里的指数全都加了几，回到数字原先的写法形式来看，整串数码在位名序列这“列车”上的位置就全体同时都往前进了几位，假如数码在算盘上不动，那末下面的小数点（标志着全“列车”）就该后退几位，这叫“以退为进”（做手势：说“退”时右臂向右下方伸出，说“进”时左臂向左平伸）；反之（把十底负几次幂……）叫“以进为退”。而按照分数除法“甩掉除号，顺倒颠倒”的运算规则，除以正几次幂就转化为乘以负几次幂，就要“以进为退”，反之就“以退为进”。这样，就把移动小数点的算理讲透，连二年级小学生也能明白了。一位数与多位数相乘的竖式是从分配乘导出的，可先把一位数给多位数码分配乘得到的多项两位数（二三得六的 6 写成 0 6，在形式上也成了两位数，每个这样的两位数简称“一块砖”）写成“砌砖式”，错位相加；然后，再以科学记数形式的乘法横式为基础，通过乘法交换律、结合律，把十底幂相乘（做法是指数相加）所得的结果作为定位的标志，写在“头块砖右半壁”之下。这样，一轮教学就把高位数与小数领域的一位乘多位做法全解决了。

二年级下学期接着学多项式乘法及其逆运算因式分解初步。多项式乘法的教学方法，一方面仍通过矩形面积的裁开来显示算理，只不过裁成的块数已不是 2，而是 4 块、6 块、8 块、9 块等等，竖里各段的长度对应于左边括号里各项的数值，横里各段的

长度对应于右边括号里各项的数值，另一方面，在书写格式上只要坚持横乘竖加自然会呈现为“分花插花式”，因为每项都由左右两个因数组成，从左边竖着看，每种因数花样都是竖里连写几遍，呈现为“分花”形式，从右边竖着看，各种不同的因数花样相继写下，周而复始，呈现为“插花”形式，使多项式的展开形成整齐简明好记易验的完美格局。逆运算初步限于多项字母积的因式分解，其几何图像支持是把多块小矩形拼合成一个大矩形，其书写格式则是先要求把题目所给的多项式摆成分花插花式（明指数都可化成若干相同字母连乘的潜指数形式），经过调整检验确认其合乎完美格局以后，就一下子改写成两个括号相乘的形式。

多位数相乘的乘法竖式就直接从分花插花式导出，“砌砖式”的错位相加因多毗相贴，铺成一大片的菱形地区。科学记数形式的乘法横式里所得到的十底幂乘积仍作为定位标志写在“头块砖右半壁”之下。

有了分花插花式这一普遍适用的多项式乘法模式，很容易推导出完全平方公式、平方差公式、完全立方公式、立方和差公式。但综合构建教学原则不允许满足于推导出公式来要求学生背熟，而是要求，一方面为每个公式提供直接的几何图像支持，平方性质的用正方形的裁切演段（演段是中国古代数学用语，意为通过剪拼改造形状），立方性质的用积木的拼搭演段，另一方面在书写格式上遵照横乘竖加的规格予以整齐化，自然而然形成“台阶咬合式”，“筑墙拆墙式”，比原先的公式更简明好记。

课题 4　比例的及早引入

比例教学的下放也是战略性的决策。由于比例所抓住的已不是三个量而是四个量之间的数量关系，以四个量为核心，很容易

向横里或竖里延伸而囊括六个、八个乃至更多的量，把它们组织在一套统一的阵势里面，并且在阵势竖延时很容易把加减性和乘除性的数量关系联合在一起，形成“两岸四方联阵”，所以，能有力地扩大眼界，开发智力。鉴于此，我们不应等到四则计算和四则应用题教学全部完毕以后才过渡到比例，而应抢先引进比例，借助它的智力开发功能推进和加速四则教学，使原先不得不用多步求解的方法来解的题（例如多次归一题）解法大大简化，使四则算术和方程教学充分融合。由于四方阵这一普适模式早在一年级就已教给学生，比例在三年级上学期引入毫无困难。

用了四方阵，建立比例概念的新方法是，抽象数有具体量垫底。例如提出 800 亩和 1200 亩两个量来要做倍数比较，可把最大公约量“400 亩”作为公因提取出来，两者的关系就成了“2 个 400 亩”和“3 个 400 亩”的关系了。在四方阵十字框架的竖线之右，横对 800 写 2，横对 1200 写 3，2 和 3 都是没有单位名称的抽象数，但都可以用“400 亩”这个具体量垫底，作出具体化的解释。这样一垫底，800 亩∶1200 亩 = 2∶3 这个比例式里的右端一半就成了“2 个 400 亩比 3 个 400 亩”的省略说法，等号前后所表达的几何表象内容就完全一样了，无异于同语反复，既是同语反复，等号就自然成立了，比例式就可以在第一个课时内引入了。这较之传统教学法用两三个星期的时间先讲比，用除法给“比”算出比值，再通过比值递等来建立比例式，最后练习把任何两量的比化成最简整数比，效率提高何止三倍！而且从比例概念的内涵来讲，通过四方阵上提公因直接建立比例式较之通过比值绕道而来，有如下优点：1. 各项都是独立的整数，不出现要费力想象的分数。2. 立即显示讲比例的精神在于捕捉最简整数，不要拖延到几周以后才逐渐注意到最简整数。3. 抽象数有具体量垫底，含义明确，较之把比值里的分子分母拆卸出来写成两个整数，具有更充实得多的心理表象内容，更充分满足儿童理

解力的需要。4. 按照同语反复的省略说法从四方阵上边划平行线点四方，边说“它比它等于它比它”以后，一下子就树立了从任何四方阵上点四方说比例的普遍适用操作模式。

当然，四方阵终究并不排斥比值概念，到后来引进比值时可明确“前项横对比值，后项横对1”的阵势关系，并且一下子出现互为倒数的两个比值（两数在阵上斜顶角，跟它们共同组成四方关系的另外两方里是两个1互相斜顶角），使前后项可以自由交换，两个比值任选其一。这时学生能看出，这比值跟以前讲的“几倍”、“几分之几”（率）等“关系数”完全是一回事，只不过换了一个名词而已。

解比例的公式，在传统教材中分作求未知内项和求未知外项两个公式，现在从四方阵上看比例，两个公式就合并成一个了：

$$x=\frac{\text{它的横对方}\times\text{它的竖对方}}{\text{它的斜顶角方}}$$

比例用四方阵摆出以后，便于消化归一法和倍比法。四方竖延横比，添设1与a互相横对的两方，就是归一法，此时a为单量（一倍量）。四方横延竖比，添设1与a互相竖对的两方，就是倍比法，此时a为份数（多少倍）。用归一法或倍比法是分步解，用比例是一步解。

用四方阵摆出数量关系以后，比例式的建立有很大的灵活性，同一个阵，可用八种不同的点阵顺序说出八个不同的比例式。这一规律称为“四方八式”。观察八式之间的关系，寻找其相互转换的规律，可发现反比定理与更比定理。当摆出了比例的四方阵竖向延伸并结合加减数量关系，左侧怎么相加减，右侧也怎么相加减，然后选择某四方，按“它比它等于它比它”的模式说出比例式，就能发现另外四条比例定理：合比定理、分比定理、合分比定理、连等比定理。这样，原先放在初中教材里的六条比例定理的教学，可以全部下放到小学三年级。明确讲解比例

定理以后，比例分配和百分率（浓度）计算所根据的算理就更透彻了。四则应用题里的所谓“1 加 1 减”问题，在两岸四方联阵和比例定理处理下，也就化难为易了。

在乘除性数量关系中，有一类“两重份数”的数量关系，例如每人每小时做几个零件，参与数量关系的除了有零件单量和零件总量外，还有人数和小时数两种份数。对此，普通的“双名型”、“单名型”四方阵格式已不够用，要建立“两侧量纲相等的四方阵”，例如：

280 个	α 个/（人·小时）、	·5·8 人·小时
x	α	·10·12

摆阵的新规则是：竖线两侧，量纲必须相等。阵的格式特点是：竖线右侧，每方都有几个数相乘，彼此间决不可以再用竖线隔开。解这样的阵，须把四方阵解法公式扩充为：

$$x=\frac{\text{它的横对方}\times\text{它的竖对方}}{\text{它的斜顶角方}\times\text{它的本方其余因数}}$$

多次归一问题就涉及这类数量关系，现在通过这一解法公式来做，就大大简化了。反比例、复比例问题也常常涉及这类数量关系。咬合齿轮的转速问题虽不属于带有两重份数的数量关系，但也完全可用“两侧量纲相等的四方阵”来审题，且其阵上格式也表现出竖线右侧有几个数相乘的特点：

α 齿/分	40 齿/转	60 转/分
α	15	x

凡用“两侧量纲相等的四方阵”来摆阵审题的问题，无论是正比例、反比例、复比例问题，可以统一地用上述解法总公式来解。

使用公式时，阵里的1都可以省略不写；上下竖对的公有字母可以预先提公因，划掉了跨写到横线上去，留在原来位置上的就是1，也可以省略不写。有这样许多省略，解法的书写就干净利索多了。在正、反、复比例教学中还可以指出三类题的阵势特点：相关的两种量有竖线隔开，是正比例问题；相关的两种量在竖线同侧，是反比例问题；相关的量不止两种，是复比例问题。这阵势的不同特点就是统一的摆阵模式和解法公式之所以能适应三类不同问题的审题解题的秘密所在。

三角函数的教学从六年级开始进行，是比例及早引入并用四方阵予以简化的自然结果。由于相似三角形对应边可以按“同形竖对，对应横对”的规则摆成六方联阵显示其比例关系，又由于三角函数既是边长比值，又是当另一边为基准（=1）时某边的相对长度，所以在经过几何基本定理、相似三角形和二次方程教学之后，三角函数教学就成为比例教学的自然延续。

三角函数的基本概念是通过“十二方联阵”建立的：

α的对边	sinα	tgα	1
α的侧边	cosα	1	ctgα
斜　边	1	secα	cscα

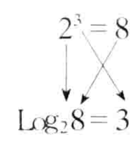
从联阵上既可读出每个函数的定义，也可读出同角三角函数相互间三种关系（倒数关系、商积关系、勾股定理关系）的几十个关系式。但综合构建法并不满足于代数性关系的理性直观显示，还要求预先把30°角的函数用亲自画出的第一象限单位圆扇形和三角形图像（几何因素）和亲自算出的具体数值取平方根形式和小数形式（算术因素）练习拿着卡片摆成十二方联阵，而且在上述函数符号的十二方联阵随后引入之后，还要求继续把60°、45°、0°、90°角的函数分别用图像和数值拿卡片练习摆阵。有图像和数值的感性支持，余角三角函数关系式也容易理解和记

忆，可以接着引入。实验教学证明，在三角函数教学中能否把几何、算术、代数三种因素融成一体，在学生的智力结构中形成多侧面、多层次、丰满充实的完整系统，是教学成败的关键所在。传统三角教学从定义出发，以关系式、公式的推导、论证、背诵为教学过程的支柱，使学生学得枯燥困乏的局面，有了综合构建就可以扭转，完整知识系统的综合构建使小学六年级学生学习三角函数不感到困难。在入门阶段建立了几何、算术、代数融合的三角函数概念基本结构以后，随着教程进展，始终坚持图像、数值、四方阵三者信息汇通的原则，并通过书写格式的调整和定理的合并精简，使大量公式的表述形式更加简明整齐，好记好用。

课题 5　对数推导用摘下箭式

对数这一语词最初在一年级下学期用口述方法引进，其概念范围限于十为底的整对数。普遍性的对数概念安排在五年级下学期正式引进。之所以能把对数教学下放到这样早而没有遇到困难，是由于采用了“摘下箭式”作为有关对数概念的推导模式。

摘下箭式的最简单实例是：



这箭式的特点是：

1. 用三个箭头，把关系式变换的理性操作过程勾画出来，成为代数性抽象运算推导的对象化提示器。

2. 提供了对数概念的定义，说明：对数就是把指数摘下来变成的，跟对数相对峙的真数就是原先幂的值。

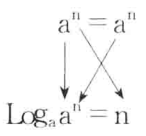
3. 便于实现算术与代数的交融。用它来建立代数性普遍概

念时，可以同时仍然保留算术性的特殊内容，使代数的抽象运算可以随时同算术的具体计算挂钩衔接。如果学生对于某底条件下指数与幂值的具体数量关系不够熟悉，可以随时把明指数化成若干次同样因数连乘或几中取一的潜指数形式，降落到乘除性数量关系的层次上来计算和理解，消化了箭式的上一行以后，随即回到对数性层次上来把握数量关系。

4. 便于在教学过程中运用发现法。在保留算术内容的条件下进行对数推导，会更容易启发学生发现法则和公式，等到学生带着算术内容自己找到推导法则或公式的推理程序以后，就能指望并要求他们用代数字母替换具体数字而进行同一推理程序的抽象推导。

5. 使推导过程大大缩短。

五年级下学期第一节课一建立摘下箭式，就马上可以出一批求幂值的题（例如 10^4、2^5、万$^{\frac{1}{2}}$、a^0、a^{-1}等等），要求在写出幂值以后紧接着按箭式写出求对数等式。积累了这些具体知识以后，就可以用箭式把一种废话般的同语反复变成一个重要公式：



即：如果真数里的底等于求对数所用的底，那末真数里的指数就等于求得的对数。随后要求：把先前习题里的幂代入这一公式而求对数，化出同样的这些具体知识。这些具体知识是对数概念的算术内容，其常用部分应当像九九表一样要求学生熟记。具体的对数知识可按同底归类理成数列，据此可以画成指数函数和对数函数两种曲线，这样，算术因素又和几何因素结合，共同支持代数，达到综合构建。

摘下箭式还可以逆向运用，即，把题目所给的求对数等式中

的未知部分暂时用x代表，在上方画三个箭头构筑上一行等式，到了上一行等式里，未知项目的数值就很容易推算出来了，然后从前头下的x退到箭尾，就得到x的解。

换底公式在传统对数教材里是很晚才出现的。但是不同底的条件互相对比对于全面掌握对数概念有很大益处，对于消化底值大小条件下对数函数曲线的不同走向规律也是十分有用的，因此，换底公式的教学应当大大提前。有了摘下箭式，换底公式的推导过程已经不高深了。

对数运算法则在传统对数教材里有四条。事实上如果及早通过负指数和分指数明确负对数和分对数的概念，那末法则就可精简一半，两条运算法则就可以概括原先四条的内容：第一条，真数里的指数，化作对数前的乘数（教学中可以说明，这来自指数的乘数可以是几分之一，可以是负几）；第二条，真数相乘，对数相加（加负数就成为减）。这两条法则的推导过程，用摘下箭式也简短得很。

课题6　极限运算用微因子

在初等数学和高等数学之间，有一道坎，不容易越过。科西的“德尔塔语言”已经成为蹲在这道坎上的拦路虎。设计微因子的目的就是把这道陡坎改造成一面缓坡，借助它，可以用初等数学的推论形式把初中学生的数学思维不知不觉引入高等数学的轨道。只要把它同面积体积计算、比例方法、函数图像与解析式相结合，就可以使一大批高等数学教材经历改造，适于下放到初中。

微因子的性质如下：

$\frac{1}{N}=0$　　　　把有转化为无

$\frac{1}{N}\cdot N=1$　　　　把无转化为有

微因子$\frac{1}{N}$与无限大N，彼此有倒数关系与约分关系，之所以要在两者之中强调微因子并以它为主导，是由于如下的原因：

1. 建立微因子时固然要在分母里写无限多，要动用“无限”概念，但这无限并不是以数轴伸向无限远处的形式出现的，而是要求把一个有限的线段作无限的分割，换言之，所强调的不是客体的无限性，而是主体的无限性，设想主体自己所做的分割动作可以无限多，这样的无限只有放在分母中才显示其本来的意义。

2. 在求微差商的过程中，无限大这一乘数是由微因子转化而成的。求导数通常被解释为“求微商”，其实所求的商已经摆脱了（扬弃了）“微”的性质，它是两个微差的商，在每个微差的表达式里都含有微因子，正确的说法应该是“求微差商”。两个微差相除求比值时，比例后项（分母）中的微因子$\frac{1}{N}$就倒过来转变为无限乘数N，比例前项（分子）中的微因子跟它约分，一起甩掉。这在表面上看来是$\frac{1}{N}\cdot N=1$（约分），实质上是$\frac{\frac{1}{N}}{\frac{1}{N}}=1$（无比无，化为有）。

3. 在求面积体积的过程中，无限多个面积元或体积元的出现是以无限分割为前提的。正因为每个面积元或体积元的表达式中都含有微因子，才有无限多个微元可言。通过数列的各项总和公式，以无限多形式出现的项数这一乘数必定会跟被乘数中的微因子约分，一起甩掉，实际上不可能有现实的无限多。

用微因子进行推导时，最初阶段可以把N当成较小的自然数，以后逐步把它设想为较大乃至很大的数（例如亿），到全部推论终结时，就设想N已趋于无限，把结论中的$\frac{1}{N}$全部换成0，

清理出最后的结果。

课题 7　几何教学的一体化设计

这个设计是要求把平面几何、立体几何、平面解析几何、空间解析几何四者的教学互相穿插交融。几何教学一体化的必要性是从以下几方面考虑的：

1. 按传统，平面几何教学重点在定理论证，立体几何教学重点在空间想象力，前者理性水平高，后者感性成分多，先练理性后练感性是违反少年心理发展规律的。欧几里德公理系统固然对逻辑推理能力的训练提供了很好的材料，但在中学阶段用过多的学时在大量证明题上绞尽脑汁，也造成相当大的浪费。二十年来，国外许多数学教学研究专家对压缩平面几何教材作了大量努力，并把包括立体几何知识在内的直观几何下放到小学。综合构建法数学教学要求把这些改革成果接过来，把基本定理用更直观的教学方式下放到低年级，例如，把勾股定理下放到幼儿园，把对顶角定理和平行线定理下放到二年级。在平面几何教学中应该强调平面操作，通过大量作图发展图形想象能力并学习基本定理知识，应贯彻操作完形构建法，通过成套作图引进概念和定理。例如，给三条线段，要求画出以三者为边长的三角形；画法是：以某线段为连心线，另外两线段分别为半径，画两个圆……所给的条件可包括三种情况：(1) 三张图上，两圆都相交，(2) 三张图上，两圆都相切，有外切，有内切，(3) 三张图上，两圆都不相遇，有外离，有内含。从九张图的全局中可总结出三条基本定理：1. 边边边定理；2. 三角形两边之和大于第三边；3. 两圆相切，切点在连心线上。在具备必要的平面几何基本作图技能和基本定理知识以后，立即练习空间的操作（做立体模型）、想象和定理叙述，把大量较艰深的定理论证留到十五岁以后。

2．立体几何学习中的重大难点在于要通过透视图。空间点、线、面的认知与表示都要通过透视图，而远近、长短、垂直等在透视图里大都经受变形，依赖透视图的教学方式必然使立体几何变成深奥的课程。要还立体几何本来的感性面目，除了靠设计一套系统化的手势、位移转动操作模式，还要靠及早引进三视投影的作图和剖析，因此，用解析方法支持点线投影，用投影图辅助透视图，是改进立体几何教学的根本途径。

3．对于几何图像的解析处理方法应当及早引入。用代数与几何相交融的近代数学成果及早武装少年的智力结构，是加速智力开发的重要措施。若等到学完传统的平面、立体几何课程才开始引进解析方法，就延误了思维方式转入现代化轨道的时机。最基本的解析方法（例如：一个一次等式表达一个空间平面，两个一次等式联立表达一条空间直线，三个标数表达一个空间的点），应当跟最基本的平面几何作图在同一年龄段（十岁左右）引入。

4．平面解析几何与空间解析几何的传统知识结构互相分离，习惯不一致，概念有分歧。由于解析几何的发明是以平面几何为材料的，历来都以平面为重点，因此所建立的习惯观念并不顾及立体，使空间解析几何后来建立的许多规格不得不同它分歧抵触。例如：同样是点，在平面用两个标数，在空间用三个标数；同样是线，在平面用一个等式，在空间用两个等式；同一个等式在平面表达线，在空间表达面；同一个字母C，在平面表达常数项，在空间表达Z项系数。这种割裂和抵触，只有通过一体化设计才能消除。

5．传统解析几何教学把侧重点放在代数式的运算，空间想象被代数运算所取代和削弱，这是违背解析几何学科创立的本意的。为了发挥解析方法加强概括能力、提高剖析能力、辅助想象能力的效能，从教学法的微观过程讲，应加强解析几何教学中“循式召形”的练习，从教学内容的宏观布局讲，应把平面、立

体几何中的直观性作图与操作同解析方法的代数运算穿插相间进行。

根据以上考虑，一体化设计的粗略轮廓如下：

1. 在四年级学完传统小学几何知识以后，五年级（在学习二次方程、对数的同时）每周一次学习平面几何的基本作图和基本定理。

2. 六年级（在学习三角函数前半的同时）每周一次学习立体几何的基本操作和基本定理，一次学习空间解析几何的平面、点的手势，以及平面的迹线、点的投影的作图，平面解析几何中的直线、线段、矢量。

3. 七年级（在学习三角函数后半、等差等比数列、排列组合的同时）每周两次学习空间解析几何中的直线、线段、矢量有关内容，直线围成的形，平面围成的体，各种夹角。

4. 八年级学习解析几何中的曲线、曲面与有关面积、体积。立体几何中的体积。

以上七个方面的概述尚未能将“综合构建法数学教学体制”全貌描尽，该体制本身也还有待进一步探索完善，希望求得教育家、数学家、心理学家和数学教师们的批评指教，为建立我国自己的数学教学体制，实现教育现代化而共同奋斗。

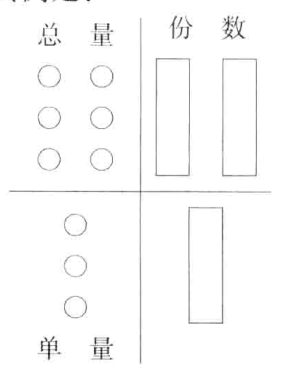
此文首刊于《新时期教育改革的探索·第五分册》

发挥四方阵与质因积的学习心理优势
启动基础数学教育的深度更新

一 什么是四方阵？什么是质因积？

四方阵与质因积，是儿童乘除思维训练的两种有力工具。经过多年实验教学反复检验，证实其对儿童智力潜能的开发有非凡的功效，能通过充分游戏化的练习方式，轻松地建立起乘除运算的抽象思维能力，是提高兴趣减轻负担的数学教学杠杆。

四方阵的最浅显实例是：



这称为"图像四方阵"。它以直观形象显示了集合论的"映射"概念，右边的条条构成一类集合，左边的颗颗构成另一类集合，两类集合有确定的映射关系。在这实例中，映射关系具体表现为"1条对应于3颗"。当四方中有一方为1时，阵势能分别

显示乘除要求：若 X 跟 1 斜顶角，求总量，就该用乘法，要领是——“给的数斜顶角，定要相乘”；若 X 跟 1 不是斜顶角，求单量或份数，就该用除法，要领是——“X 的斜顶角方，定当除数”。无论四方中是否有某方为 1，四方阵都显示比例关系，都贯穿这样的规律：交叉相乘，两积相等；平行相除，两商相等。当四方都不为 1 时，阵势要求解比例，解比例所用的公式，只须把上述两句要领连缀起来，就得到了。

质因积，就是质因数的连乘积。基本功训练，要求儿童把普通十进制形式的数字化成质因数连乘积形式。例如：

6　化成 2·3

12　化成 2·2·3

18　化成 2·3·3

同时练习逆向译化。互逆译化当然要求用“小九九”口诀。基本功分阶段练习达到过硬，也就是“小九九”分批掌握的过程。有了质因积形式，整数除法就像“摘珠穿珠”游戏一样轻松有趣了，约分和分数乘除计算也能以同样轻松的游戏化方式进行。又因沿着把 10 写成“2·5”的思路前进，把百写成 2 段“2·5”，把千写成 3 段“2·5”，把万写成 4 段“2·5”，就可以依据段数引进十底幂形式与对数概念，引进十底幂乘除过程中的指数加减运算法则。

四方阵的优势在以图像支持逻辑思维，质因积的优势在发展乘除速算能力，两者互相结合，给乘除与比例的计算与应用提供了高效利器。

二　幼儿园大班年龄段可掌握的技能

幼儿园大班儿童，有能力在学习整数乘除之前就以操作掌握图像四方阵的结构，只要牢牢抓住“1 条对应于几颗”（“几”可

自由选择，但在一幅阵内保持不变）这句话，就能把不完整的四方阵填充完整，或装配完整。

面对完整的图像四方阵，幼儿有能力套用“因为1条对应于几颗，所以几条对应于多少颗”这句式，说出所见到的事实，又可练习一边用右手点份数图像，用左手手掌时而按单量图像，时而按总量图像，一边套用“几个几是多少，多少是几的几倍”这句式，说出所见到的事实。

面对完整的图像四方阵，幼儿有能力成套地说出单量是几，份数是几，总量是多少，又可练习点着相应的各方图像编出一句乘法口诀。

这些都是以“操作言语镶嵌”方式面对图像讲述事实的练习，是高度游戏化的练习。而所面对的四方阵样式，由简到繁循序更换，最初总量不超过10，继而总量不超过20，第三阶段总量扩大到25、30、35、40、45这五个数。总量数目一旦增多，布置成矩形方阵的大量圆点子要涂成不同的色区，彼此区别，使幼儿能在几秒钟内就看出一共有多少颗。这些图像呈现的事实，以及讲述事实时运用手势和语言的能力的逐步发展，就为学习乘除数量关系的规律奠定了基础。

完整的图像四方阵里的单量、份数、总量三处图像，有某处被X盖住，未知而设问。不同的设问分别引出乘、等分除、包含除三种操作概念与相应的乘法或除法算式。在练习面对图像阵朗诵具体的乘法或除法算式的同时，就练习面对相应的图像阵点诵出代数性的计算公式：单量×份数=总量，总量÷份数=单量，总量÷单量=份数。

在这些练习的基础上，就可以引导幼儿观察：X跟1是不是斜顶角？同一个问题可以有“是”和“不”两种相反的回答。不同的回答指向不同的解阵要领，每句要领带出一条连等长串（在“总量=……”“单量=……”“份数=……”这三条现成的长串

里选定合用的一条）。幼儿掌握了这么一套规范化的解题程序，就可以轻松地练习解乘除应用题了。

质因积的认知，紧紧地扣住搭积木游戏。例如出示“2·3”这一形式，要求按两种方式来搭积木：第一种，把“3”认定为每摞积木要有3块，把“2”认定为这样的摞儿要有2摞；第二种，换过来，把“2”认定为每摞积木要有2块，把“3”认定为这样的摞儿要有3摞。两种玩法都要求最后把积木合起来数清共有6块，说出口诀“二三得六”。遇到每一种质因积花样，都要练习用搭积木来解释它。质因积样式的结构由简到繁循序渐进，搭积木操作的结构由易到难逐步发展。这样沿着“操作言语镶嵌”的轨道前进，幼儿把质因积形式译化成十进制形式的口译能力就在游戏中扎扎实实发展起来了，完全避免了鹦鹉学舌、死记硬背的弊病。

十、百、千、万这4种位名的认知，采取面积图、汉字、质因积、十底幂、算盘、位名序列等多种表述形式互相对应的游戏，构建多层面的认知结构。面积图制成纸板，有如下6种：

名称	长×宽	上面所写的数字
五千	100cm×50cm	5×10^3
千	100cm×10cm	1×10^3
五百	50cm×10cm	5×10^2
百	10cm×10cm	1×10^2
五十	10cm×5cm	5×10^1
十	10cm×1cm	1×10^1

6种规格的纸板，分别对应于算盘上6种位置的珠子：千位档梁上、梁下，百位档梁上、梁下，十位档梁上、梁下。在大型算盘的右侧5档底下贴一张“位名序列”纸条，上面写有：

10^4　　10^3　　10^2　　10^1　　10^0

分别与5条算盘档对齐。上述纸板选取16块："五千"1块，"千"4块，"五百"1块，"百"4块，"五十"1块，"十"5块——恰好能拼成一个1m×1m的大正方形，用以表示"万"。有这样一套学具，就可通过游戏使四者互相对应：(1) 口说几千几百几十；(2) 用通用数字贴出这数；(3) 用面积图纸板贴出这数；(4) 在算盘上记出这数。四者中，任何一种表述形式都可以领先出现，当作习题，要求幼儿做出相应的其他三种表述形式。作为预备，须进行取卡片找朋友的游戏；把4种位名分别制成汉字卡片、质因积卡片、十底幂卡片，让全班幼儿随机拾取，大声朗诵，互相找朋友，使意义相同互相对应的聚到一起，再一起放到相对应的面积图纸板跟前。面对质因积卡片（卡片上写有4段"2·5"以圆点乘号相接连缀成一长串），还可以练习朗诵《位名歌谣》：二五一十；五个十，是五十，两个五十等于百；五个百，是五百，两个五百等于千；五个千，是五千，两个五千等于万。

上述种种幼儿园大班游戏，详见《综合构建幼儿数学教师手册》第五册。

三　初入小学可开发的智能结构

在小学一年级上学期，当然要练习加减，包括口算、笔算、珠算加减计算和解加减应用题。但乘除也不应放弃，既然幼儿园大班已入了乘除的门，小学一年级就可分出一半时间继续练习乘除。运用四方阵与质因积这两种工具，乘除计算与解应用题能力可以很轻松地得到大幅度发展。

练习乘除的第一项教学目标当然是全面熟悉"小九九"口诀。这项古老的目标，现在能以崭新的姿态来完成，化枯燥的死背为有趣的游戏。

第一种游戏形式是，看着点子图练说口诀。原先放在图像四方阵总量方位里的矩阵点子图，现在可以取出来当卡片做认知练习。例如“八九七十二”，这 72 颗圆点子布列成的矩阵，看某边能见到 8 颗，看另一边能见到 9 颗，看一片片色区，能看出 7 片“10 颗点子的区”又 2 颗零头，随即说出“八九七十二”。从刚见到说出，最初要花十几秒，通过交替循环练习，可缩短到一秒之内，达到直觉水平。45 句口诀里较难和最难的 17 句，都可以通过这样的观察朗诵练习达到熟练背诵。这种练习之所以充满乐趣驱散疲劳，是由于发挥了儿童心理结构自我构建的自主性和主动性，以视觉的感性认知支持口诀词句的理性结构，以形象思维、直觉思维支持抽象思维、逻辑思维，满足了儿童智能发育的自然需要。

第二种游戏形式是，口诀积数添挂“0”的译化作业。给一个作业模式：

$$9 = 3\cdot3$$
$$90 = 3\cdot3\cdot2\cdot5$$
$$900 = 3\cdot3\cdot2\cdot5\cdot2\cdot5$$
$$9000 = 3\cdot3\cdot2\cdot5\cdot2\cdot5\cdot2\cdot5$$

取任何一句口诀的积数，儿童不难套用这个模式展开作业。例如“八九七十二”，根据这口诀，就进行口译：$72 = 8\times9$，然后把口说的“八”写成“$2\cdot2\cdot2$”，把口说的“九”写成“$3\cdot3$”。有了第一行“$72 = 2\cdot2\cdot2\cdot3\cdot3$”，就不难套用模式写出第二、三、四、五行。（允许儿童先取数字卡片列成这样五行，然后照抄在作业本上。）“小九九”口诀中较难和最难的 17 句，都可以用来做这种作业。

第三种游戏形式是，质因积除式译化。给一个作业模式：

见到：$2\cdot3\cdot3\cdot3\cdot\frac{1}{3\cdot3}$

写出：54÷9=6

作业程序是：第一步，先看不带“大盖帽”的质因数（称为“顺子”），用口诀（二三得六，三三得九，六九五十四）念出积数，译写成十进制形式（54）；第二步，见到“大盖帽”，译写成除号；第三步，看“大盖帽”底下的质因数（称为“倒子”），用口诀（三三得九）念出积数，译写（9）在除号右边；第四步，运用“同数顺倒一起甩”规则（这是“约分”的游戏化操作性表述）甩剩商，并译写（“=6”）。以这种模式呈现的作业，其数值容量之大，是出乎意料的。原先要学了除以两位数的竖式除法才能做的算式，例如360÷24=15，现在采取“质因积译化”形式来做，一年级上学期的小学生只要用乘法口诀就能把它构筑起来了。这种作业之所以能带给儿童巨大的欣喜乃至陶醉，是由于它让儿童避开辛苦乏味、多半徒劳的“试商”过程，引导着儿童到处自由地运用口诀，而只要做一做游戏化的“一起甩”，自己竟能随时随地构建起一个个新奇美妙的除法算式。

第四种游戏形式是点着方格里的积数个位数字朗诵系列口诀。因与四方阵质因积无关，本文从略。

在上述四类游戏化作业的基础上，就可以练习做乘除计算题和应用题了。

即使是普普通通的乘除计算题，现在也会以崭新的面貌出现。新面貌之一是，每道计算题的题目都写成四方阵。例如：

X	12
25	1

280	14
X	1

360	X
45	1

每道题目的算式，都要求儿童根据解阵要领（X跟1是不是斜顶角？是，……。不，……。）自己列出来，然后计算。这样，既持续不断地复习幼儿园所学过的要领，又弥合了计算题和应用题的裂缝，在练习计算的阶段就为解应用题准备了条件。

新面貌之二是，所给的数据都要求化成质因积形式来运算。

例如上述三道题，就这样计算：

$$X=25\times 12=5\cdot 5\cdot 2\cdot 2\cdot 3=3\cdot 2\cdot 5\cdot 2\cdot 5=300$$

$$X=280\div 14=2\cdot 2\cdot 7\cdot 2\cdot 5\cdot \frac{1}{2\cdot 7}=20$$

$$X=360\div 45=2\cdot 2\cdot 3\cdot 3\cdot 2\cdot 5\cdot \frac{1}{3\cdot 3\cdot 5}=8$$

这种方法的优势在于，只要儿童能自由运用“小九九”口诀，短期内就可大踏步闯进原先属于多位乘除范围的计算题领域。当然，出好题目是很有学问的。为了减轻教师的劳动负担，教学指导书要向教师提供丰富的系统化题库。

新面貌之三是，在四方阵的单量或份数方位出现分数单位(分子为 1 的分数)，而其余各方仍为整数（右下角仍为 1)。这样的计算题能预防僵化观念的形成，预先为今后的分数、百分数乘除应用题教学扫清障碍。例如：

$$\begin{array}{c|c} X & \frac{1}{3} \\ \hline 12 & 1 \end{array} \qquad \begin{array}{c|c} 5 & \frac{1}{4} \\ \hline X & 1 \end{array} \qquad \begin{array}{c|c} 3 & X \\ \hline \frac{1}{5} & 1 \end{array}$$

以往，由于分数乘除学得太晚，小学生在四年长的时间里只接触整数乘除，渐渐自发形成了一种错觉：“乘了就大，除了就小”，一旦遇到分数、百分数乘除应用题，这种狭隘经验观念就造成了难以克服的障碍。儿童对于得数大小的直观估计，很可能是对的，但习惯性的僵化观念却引导他由此选择了错误的计算符号，使乘除错位。这是以往小学五六年级数学教学广泛遇到的难题，束手无策迫使老师采取强化训练来扭转这顽固的僵化观念。

现在，四方阵和质因积使我们有条件采取崭新的对策：不等错觉在儿童头脑里僵化起来，就及时破除了它。分数单位一旦出现在份数或单量方位，就有条件利用图像引导儿童领悟到：因为份数＜1，所以总量＜单量；因为单量＜1，所以总量＜份数。这

时，“乘了反而小，除了反而大”的情境就容易理解了。

读到这里，教师们不免生疑：这样的计算题，一年级上学期的小学生能做吗？按照综合构建数学教学法，幼儿园小班就通过直观学具认知分数单位（分子为1的分数），到进小学时，对它们已熟悉了三年；看着四方阵，运用要领凭阵势列出算式，自幼儿园大班上学期以来已熟悉了一年多；质因积除式译化练习已使整数乘除与分数乘除互相融通。现在只缺一环：除以分数单位该怎么做？这里只要再次呈现图像四方阵，让儿童观察图像理解算理，“除号改作乘号，号后顺倒颠倒”这一运算规则就不难掌握了。在依靠四方阵里图像与图像的对应关系充分理解算理的基础上，计算过程仍通过质因积形式来做。这时，乘以分数单位就呈现为跟整数除法一模一样的形式，除以分数单位就呈现为跟整数乘法一模一样的形式。儿童就这样轻轻松松趣味盎然地闯进了分数乘除的大门。

在一年级上学期入了门，到下学期就可以把分数乘除扩展到处理“分子非1的分数”，思维模式不必作任何变动。在分数四则的学习程序问题上，我们清醒地采取“先学乘除，后学加减”的策略，因为分数乘除思路单纯，而分数加减涉及乘法分配律和“提公因”算理，思维结构具有复合性质；带分数与假分数互化的运算，也正是由于思维结构以乘法分配律与提公因算理为前提却又出现在认知分数之初，历来在算术课里成了学习分数的“拦路虎”，我们自觉地让儿童暂时绕开它，把这些推迟到分数乘除之后，在乘法分配律教学的阶段集中解决。

在乘除应用题的领域，任何一道题的文字实际上都呈现一套现象纷繁的表层结构，审题的任务是从表层转向深层。由于四方阵能使乘除数量关系的深层结构暴露得浅显明白，所以能高效率地帮助审题者洞察这数量关系的本质。鉴于此，我们为一年级小学生建立这样的解题规范：在每道应用题读题之后紧接着就摆出

四方阵，登记题目所给的数据和所提的问题。每种类型的乘除应用题练习，都经历如下三个阶段：第一阶段，在每道题的文字下方，印好四方阵，有单位名称和已知数据，学生只须填写“X”，就可着手解题。第二阶段，在每道题的文字下方，有十字框架，有单位名称，要求学生填写数据和“X”，然后解题。第三阶段，在每道题的文字下方，只印有十字框架，要求学生独立审题之后填写单位名称、数据和“X”，然后解题。这样，每类应用题的审题解题程序，小学生都很容易通过模仿摆阵达到独立思考。

从学习心理学的视角来分析，这里的“模仿”并不处于盲从或机械记忆的状态，因为示范的四方阵为儿童开启了从表层结构转入深层结构的思维通道，在范例启发下，模仿摆阵就是反复锻炼由表层转入深层的抽象思维能力，这抽象化转换能力的壮大正酝酿着创造性解题能力的成长。

教师指导应用题作业时，有必要穿插讲清摆阵规则。一年级上学期接触的乘除应用题，不外乎两大类型：第一大类是“双名型”，摆阵规则是：“同名竖对，对应横对”；第二大类是“单名型”，在右侧摆的是不带单位名称的“倍率数”和“1”，审题时要特别注意题目里含“的”字的句子，摆阵规则是：“‘的’字前的横对 1，‘的’字后的竖对 1”。在这阶段内，无论题目属于哪一大类型，无论数据里有没有分数，无论 X 要填在哪一方，一概要让“1”字摆在四方阵的右下角。有了这些“死”的规则，解乘除应用题的难度就大大降低了。

但与此同时，摆阵过程中还存在不少“活”的方面。例如：“X”出现在哪方是不一定的；单位名称可能有两种并列，可能只有一种；数据最初都是整数，后来有分数参与。这些随机变化又有力地锻炼了思维的灵活性。

四　用质因积形式简化分数基本性质教学

有了质因积这个工具，就有可能在一年级上学期后半至下学期前半，进行分数基本性质的教学。

把任何分数译成质因积形式的基本思路是：（1）把这分数化成“分数单位×整数”形式，例如，$\frac{14}{15}=\frac{1}{15}\times 14$；（2）把分数单位译成若干质因数“倒子”的乘积，这些“倒子”允许共戴一顶大帽子，例如把$\frac{1}{15}$译成$\frac{1}{3\cdot 5}$；（3）把整数译成质因积形式，为了突出跟“倒子”的对比，这时把质因积称做“质因数顺子的连乘积”，例如，把14译成$2\cdot 7$。由这思路，任何分数都可以化成“一串质因数倒子乘一串质因数顺子”这样的长串连乘积形式。在一年级上学期期中开始引进“分子非1的真分数”时，要着重练习把分数的普通形式跟质因积形式来回互化互译。这种能力，我们确认为掌握分数概念所需的基本功。

要让儿童理解分数的基本性质，当然要借助图像。以图像示意的方法，传统教学也用，但没把它的作用发挥透。不同于传统方法的是，我们在用图像示意时，把图像变化与质因积形式变化的对应关系编成了两套词组：

大块划小——同数顺倒一起接——？？

小块并大——同数顺倒一起甩——约分

当我们要求使这两种操作都不限于教师讲解，而强调让每个学生在作业本上加以练习亲自体验时，就发现传统知识结构里有一种缺漏。第二种操作，小块并大——同数顺倒一起甩，传统教材称之为“约分”，安排了约分练习作业。可是，第一种操作却没有相应的概念，也不安排独立的练习，它被“通分”吃掉了。“通分”当然含有“大块划小——同数顺倒一起接”的操作在内，

但这时，这操作要素已不以单纯的面貌出现，而是要服务于“求得共同分母”这个目的了。单纯而自由的“大块划小”没有练熟懂透，就匆忙应付通分（有特别目的的大块划小），当然会遇到困难。经过以上反思之后，我们郑重提问：这第一种操作“大块划小……”该称为什么？为它而安排的作业该是什么？

找到的答案是：“大块划小——同数顺倒一起接”操作称为“密分”；为建立“密分”概念而安排的练习作业是“自由密分”。所谓“自由密分”是指，在练习“大块划小”时，儿童可以自由选择、自主决定划分方案，每个大块可以一概等分为2，一概等分为3，一概等分为4……不受任何限制。

在小学一年级学习分数基本性质，我们主张不采取听讲和背诵语句的方法，而代之以学生亲自操作的练习方法：在直观层面上，要把所给的图形加以“大块划小”或者“小块并大”（在所给图形下另画一张把小块并成了大块的图）；在符号层面上，先把分数的普通形式译化成质因积形式，然后添写“同数顺倒一起接”的数字，或者以在某些数字上划斜杠的方法进行“同数顺倒一起甩”运算，最后再从质因积形式化回普通分数形式。每道题，经过双层面操作，都还要观察确认“这分数大小没变”这事实，反复确认，儿童对分数的基本性质就真正懂得了。

整数与假分数互化，应在这时练习。上文提到，带分数与假分数互化应当推迟到乘法分配律教学之后。但整数与假分数互化却不涉及分配乘与提公因，完全可以在一年级上学期刚学分数基本性质之后及时练习，采取以画图配合、密分与约分互逆互补的练习程序轻松地掌握。

有“密分”练习先行，通分在小学一年级也成为力所能及。通分这一要求，可在分数比大小问题范围内自然提出。在它之前，先有同分母的分数比大小和同分子的分数比大小（分数单位比大小，自幼儿园小班就开始练习了，现在只须练习比较“分子

非1的”同分子分数），之后，提出分子分母都不相同的两个分数怎么比大小的问题。其中，较容易判断的情况是分子数较大者分母数较小（反过来说也行），凭直观观察和简单推理就能判断。最后提出：假如分子数较大的那个，分母数也较大，那该用什么办法来比大小呢？这问题就引导学生发挥创造性想象力，把“大块划小——同数顺倒一起接——密分”操作用来把不同的分母数变成相同，“通分”概念的内涵就能由学生凭创造性活动自己找到了。

通过质因积形式，通分很容易做，而且不必先建立“最小公倍数”概念才学通分，学生能在用质因积形式做通分的操作过程中自己发现“最小公倍数”概念内涵。通分要求可以用游戏化的儿童语言提出来：“怎么让这两串倒子变成一样的呢？它们俩面对面比本领，互相告诉说：‘你有什么样的倒子，我都要有！’”。在以“倒子凑成一样”为目标的运算操作过程中，只要坚持用“大块划小”画图操作配合，以此提醒自己坚持“同数顺倒一起接”这条规则，儿童就进入了“通分”的思维轨道。而“凑平”的结果，就得到了原先分母数的最小公倍数。

若干常用而重要的百分数跟分数互译互化的练习，也可以安排在这阶段。这场合，先练约分后练密分就更容易。在认读百分号和百分数的同时，告诉学生：百分号可以转译成两段倒 $2\cdot5——\frac{1}{2\cdot5\cdot2\cdot5}$。接着就做一批约分练习（有画图作业与之配合）。例如：$20\% = 2\cdot2\cdot5\cdot\frac{1}{2\cdot5\cdot2\cdot5} =$ ，让学生自己发现结果是什么。

逆转过来，就练习“有目标密分”。这时要做的密分，不是自由的，而是有特定目标的，这目标就是：倒子凑足“两段倒2·5”。当然同时不可违反密分的老规则。以例题讲清目标和规则，就做一批习题（仍有画图作业配合）。例如：

$$\frac{4}{5}=\frac{1}{5}\cdot 2\cdot 2=\frac{1}{\underbrace{\qquad}\cdot 5}\cdot 2\cdot 2\cdot\underbrace{\qquad}=$$

凑足　同数顺倒

最后一步要求把“两段倒2·5”译成“%”写在末尾，在它前面填写由顺子积译成的十进制整数（80）。

有了质因积这一工具，分数基本性质的教学在小学一年级能形成的格局大体如上。

五　解比例可在一年级下学期引入

四方阵只要任何一方都不是“1”，而又在某方出现“X”，就提出了解比例的要求。解比例的要领，只须把解乘除两种题的要领综合起来，就得到了：“给的数斜顶角，定要相乘；X的斜顶角方，定当除数”，写成公式是：$X=\frac{\text{竖对方}\times\text{横对方}}{\text{斜顶角方}}$

由于四方阵把乘除和解比例贯通了，过渡就很容易。在一年级上学期熟悉用四方阵做乘除计算题和应用题的基础上，又在一年级下学期前半熟悉分数乘除计算题和应用题之后，后半学期就可以学解比例。

引入教学可以通过一种极为直观的情境：

60	4
—公里—	—小时—
45	3

30	2
—公里—	—小时—
15	1

这是由双名型四方阵纵向延伸而形成的多方联阵。右侧，可从下往上依次写出；左侧，先写底行，往上用加法依次算出，逐行填写。

建成联阵之后，把底行擦去，让学生观察这三组“哪方都不是1”的四方阵。尝试交叉相乘，看两回得到的积数是不是相等。尝试平行相除，看两回得到的商数是不是相等。在这过程中，质因积形式对乘除计算的简化作用又使检验变得简便易行了。如此引导学生发现“必定相等”的规律。

接着可练习“指点四方，口念比例”。按8种不同的顺序来点四方，口念“它比它等于它比它”，这“它”都可用阵内的具体数值来替换。同时让学生知道，这“比”字，既可以用比号写出，也可以写成分数线。这样，比例式及其所含比式就都借助四方阵建立起来了。

之后就设问：假如这6方数值中有一方被“X”盖住了，用什么方法可以算出，这X等于多少？利用刚才发现的“必定相等”规律，不难进一步推导出解比例公式。

紧接着就用这公式试解比例题。上述联阵里的6个数值，每个都可以用“X”盖住，形成6道题；每道题都可利用不同的两组四方阵，代两回公式，得数互相验证。这样共有12回代公式计算，既反复验证了公式的可靠性，又练熟了用公式解比例的方法。此外还可以另行用四方阵格局出一批习题，练习解比例。这一切练习作业的计算过程，当然都离不开质因积形式的简化优势。

伴随着练习解比例作业，还可以让解比例跟“归一法”和“倍比法”沟通。面对“四方都不是1”的四方阵来解比例时，倘若纵向延伸，添设某方为1，跟1横对的数值就是“单量”了，先算出这“单量”的数值，就叫做“归一”；凡是用解比例方法一次性地算出的X值，也都可以用“归一法”分两步算出。

两种方法可对照互补。在特殊情况下，“四方都不是1”的四方阵还可以横向延伸，在右侧添设不带单位名称的另外两方，若让其中一方为1，跟1竖对的倍率数值恰巧是某个整数；通过先算出这个倍率数，分两步算出X值，这方法叫做“倍比法”。一次性的解比例方法跟分两步的“倍比法”，同样可让学生互相对照，形成互补。

从算术科目本身的知识结构来讲，“归一法”和“倍比法”本来都是能跟解比例融通的。但在传统的教学手段、教学程序条件下，让小学生达到融通境界是颇费周折的。现在，改变战术，利用四方阵抢先占领解比例这个制高点，从这高度回过头来，再利用四方阵来剖析“归一法”和“倍比法”，就都容易沟通了，让一年级小学生达到融会贯通的境界也不费力。

在练习了一批双名型的解比例习题之后，就可以面对单名型的解比例情境。解法照旧，新鲜之处仅在摆阵——题里讲到两个量的最简整数比，要从这样的表层结构向四方关系深层结构转换。

掌握了单名型解比例，就可以练习把两个具体量的关系用最简整数比来表示。这时，主动建立八方联阵，对智能开发有强劲的促进作用。例如：

1200	3	$\frac{3}{2}$	1
800	2	1	$\frac{2}{3}$

建立的途径是多样的。多途径建阵练习能帮助儿童建立完整的比例概念。

掌握了为两个量找到最简整数比的方法，就可以进一步学习为三个、四个量找到最简整数连比的方法。

懂得了多项数量的整数连比表述形式，就可以利用多方联阵

解比例分配问题了。这时，主要教学目标是掌握比例分配的代数性阵势规律和摆阵解阵操作，涉及的数据则应尽可能简化，使之限于用质因积形式就能轻松地算出得数的范围之内。

这样，以代数性逻辑思维的超前开发为战略目标而在小学一年级年龄段取得令人惊讶的智能开发效果，就会成为切实可行的教学过程了。

此文首刊于《科学中国人》2000年第11期

全整勾股数一览表的编制方法

勾三股四斜边五，这是人所共知的一组“全整勾股数”。三个数都是自然数，且能建立如下关系式：$3\times3+4\times4=5\times5$。一个三角形，若三条边的长度符合这样的连比，必是直角三角形。利用这样的三角形，广州市政府机关幼儿园已于上世纪九十年代初在大班进行了勾股定理演示活动。由于采取图形变换的游戏化操作，把一小一中两个正方形跟一个大正方形来回变换，始于“空方变换”，终于“实方变换”，经过尝试达到熟练，孩子们对勾股定理的几何学本质领会得很清楚，玩得兴味盎然。由此可观察到“全整勾股数”潜藏的强大教育功效。

“全整勾股数”除了有这一组（包括这三个数的 2 倍、3 倍、4 倍……），还有许多组。利用这些数组，在小学三四年级年龄段做图形变换游戏，在游戏中说出平方数相加关系式，不仅可使儿童对勾股定理萌生浓厚的兴趣，获得深刻的印象，而且能轻松地牢记大批自然平方数，为提早学习开方知识和开方技能积累大量扎实的预备性数据。为了帮助小学教师组织这类数学游戏，我们编制了“全整勾股数一览表”，供师范生和在职教师使用。

“全整勾股数”的严格定义是：倘若甲自然数平方加乙自然数平方，所得的和恰恰等于丙自然数平方，那末甲乙丙这一组数就是“全整勾股数”的一个实例。

“全整勾股数”组成的规律是什么？我国清代数学家罗士琳

(1789～1853）提出了具有普遍适用性的法则。现在用H、Z代表两个不同的自然数，且约定H>Z，罗士琳法则告诉我们，如下三个数必能组成一组“全整勾股数”：

勾	股	甲＝HH－ZZ
股	勾	乙＝2HZ
斜　边		丙＝HH＋ZZ

这法则的普遍有效性，初中学生都能论证。须附带说明的是，甲乙两数的大小会互换。当H与Z的差数很小时，甲<乙，甲相当于勾；一旦差数增大到某值，必定会反过来，甲>乙，乙相当于勾。这样的“勾股互换”规律是普遍存在的。在我们所制的表格内，每一横行都有一个互换点；互换点之所在，将用一个斜向箭头标出。

根据“罗士琳法则”，很容易编制“全整勾股数一览表”。方法如下：

（1）表的横楣，写出除“1”以外的自然数序列，小的在左，大的在右。上述的字母H，就表示“横楣所列自然数”。

（2）表的左壁，写出全体自然数序列，小的在上，大的在下。上述的字母Z，就表示“纵壁所列自然数”。

（3）表的各格，呈横窄纵长的长方形，每格填写的一组勾股数上下并列，勾数在顶上，斜边数在底下，个位数字上下对齐。

（4）代入公式计算具体数值时，H代之以表顶上横楣里的数字，Z代之以表左边纵壁里的数字。凡遇到H＝Z或H<Z，不予计算，该格留空。

（5）倘若算得的三个数含有公因数，就把公因数提取出来写在方括号之左，提出公因数之后留下的三项数值写在方括号之内。例如：

$$\begin{matrix}6\\8\\10\end{matrix}\quad \text{要写成}\quad 2\left[\begin{matrix}3\\4\\5\end{matrix}\right]$$

按照上述规格，这一览表的第 1 页版面样式见本文附录。

表格随自然数延伸，横向纵向都无限制。供教师参阅的出版物，横向延伸到 109，纵向延伸到 108。版面分页方案如下：

第一批版页，P. 2～11。每页纵向设 8 格，纵列自然数都是 1～8；横向设 10 格，P. 2 横楣为 10～19，P. 11 横楣为 100～109。

第二批版页，P. 12～21。每页纵向设 10 格，纵列自然数都是 9～18；横向设 10 格，P. 12 横楣为 10～19，P. 21 横楣为 100～109。

第三批版页，P. 22～31。这批的版面安排遇到一个问题：横楣自然数是从 20 起始的，倘若把 20～29 安排在偶数（左侧）页码，将造成整批横楣数字左右易位，同一横楣自然数所在位置跟第一、二、四批都不一致，给查表带来不便。因此，在此作了这样的版面设计：第 22 页左半留空，右半页从上到下印十行数字，分别为 19～28，作为纵壁标签，而具体数组不占这页版面。除此而外，每页纵向设 10 格，纵列自然数都是 19～28；横向设 10 格，P. 23 横楣为 20～29，P. 31 横楣为 100～109。

以后各批，设计方案如下：

批序	所占页码	纵列自然数	留空页码	起始页码	起始页上横楣自然数	横楣末尾 100～109 所在页码
四	P. 32～39	29～38	无	P. 32	30～39	P. 39
五	P. 40～47	39～48	P. 40	P. 41	40～49	P. 47
六	P. 48～53	49～58	无	P. 48	50～59	P. 53
七	P. 54～59	59～68	P. 54	P. 55	60～69	P. 59

批序	所占页码	纵列自然数	留空页码	起始页码	起始页上横楣自然数	横楣末尾100～109所在页码
八	P. 60～63	69～78	无	P. 60	70～79	P. 63
九	P. 64～67	79～88	P. 64	P. 65	80～89	P. 67
十	P. 68～69	89～98	无	P. 68	90～99	P. 69
十一	P. 70～71	99～108	P. 70	P. 71	100～109	P. 71

"全整勾股数一览表"的编制方法已详述如上。编制该表的著作权归《科学中国人》刊社所有。任何出版社拟出版该表，应事先依法向本刊社办理经济手续。

附录1　"全整勾股数一览表"P. 1版面

Z \ H	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3↘ 4 5	2 [3 4 5]	8 15 17	2 [5 12 13]	12 35 37	2 [7 24 25]	16 63 65	2 [9 40 41]
2		5 12 13	4 [3 4 5] ↘	20 21 29	8 [3 4 5]	28 45 53	4 [8 15 17]	36 77 85
3			7 24 25	2 [8 15 17]	9 [3 4 5]	2 [20 21 29] ↘	48 55 73	18 [3 4 5]
4				9 40 41	4 [5 12 13]	33 56 65	16 [3 4 5]	65↘ 72 97
5					11 60 61	2 [12 35 37]	39 80 89	2 [28 45 53]

（续上表）

Z \ H	2	3	4	5	6	7	8	9
6						13 84 85	4 [7 24 25]	9 [5 12 13]
7							15 112 113	2 [16 63 65]
8								17 144 145

附录 2　“全整勾股数一览表”P. 11 版面

Z \ H	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
1	200 9999 10001	2 [101 5100 5101]	204 10403 10405	2 [103 5304 5305]	208 10815 10817	2 [105 5512 5513]	212 11235 11237	2 [107 5724 5725]	216 11663 11665	2 [109 5940 5941]
2	4 [100 2499 2501]	404 10197 10205	8 [51 1300 1301]	412 10605 10613	4 [104 2703 2705]	420 11021 11029	8 [53 1404 1405]	428 11445 11453	4 [108 2915 2917]	436 11877 11885
3	600 9991 10009	2 [303 5096 5105]	9 [68 1155 1157]	2 [309 5300 5309]	624 10807 10825	18 [35 612 613]	636 11227 11245	2 [321 5720 5729]	9 [72 1295 1297]	2 [327 5936 5945]
4	32 [25 312 313]	808 10185 10217	4 [204 2597 2605]	824 10593 10625	16 [52 675 677]	840 11009 11041	4 [212 2805 2813]	856 11433 11465	32 [27 364 365]	872 11865 11897
5	25 [40 399 401]	2 [505 5088 5113]	1020 10379 10429	2 [515 5292 5317]	1040 10791 10841	50 [21 220 221]	1060 11211 11261	2 [535 5712 5737]	1080 11639 11689	2 [545 5928 5953]
6	4 [300 2491 2509]	1212 10165 10237	72 [17 144 145]	1236 10573 10645	4 [312 2695 2713]	9 [140 1221 1229]	8 [159 1400 1409]	1284 11413 11485	36 [36 323 325]	1308 11845 11917
7	1400 9951 10049	2 [707 5076 5125]	1428 10355 10453	2 [721 5280 5329]	1456 10767 10865	98 [15 112 113]	1484 11187 11285	2 [749 5700 5749]	1512 11615 11713	2 [763 5916 5965]
8	16 [100 621 629]	1616 10137 10265	4 [408 2585 2617]	1648 10545 10673	128 [13 84 85]	1680 10961 11089	4 [424 2793 2825]	1712 11385 11513	16 [108 725 733]	1744 11817 11945

附录3 “全整勾股数一览表”P. 71版面

Z \ H	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
99	199 19800 19801	2 [200 9999 10001]	9 [67 2244 2245]	2 [404 10197 10205]	1015 20592 20617	18 [68 1155 1157]	1435 20988 21037	2 [824 10593 10625]	81 [23 264 265]	2 [1040 10791 10841]
100		201 20200 20201	4 [101 5100 5101]	609 20600 20609	16 [51 1300 1301]	25 [41 840 841]	4 [309 5300 5309]	1449 21400 21449	32 [52 675 677]	1881 21800 21881
101			203 20604 20605	2 [204 10403 10405]	615 21008 21017	2 [412 10605 10613]	1035 21412 21437	2 [624 10807 10825]	1463 21816 21865	2 [840 11009 11041]
102				205 21012 21013	4 [103 5304 5305]	9 [69 2380 2381]	8 [104 2703 2705]	1045 21828 21853	36 [35 612 613]	1477 22236 22285
103					207 21424 21425	2 [208 10815 10817]	627 21836 21845	2 [420 11021 11029]	1055 22248 22273	2 [636 11227 11245]
104						209 21840 21841	4 [105 5512 5513]	633 22256 22265	16 [53 1404 1405]	1065 22672 22697
105							211 22260 22261	2 [212 11235 11237]	9 [71 2520 2521]	2 [428 11445 11453]
106								213 22684 22685	4 [107 5724 5725]	645 23108 23117
107									215 23112 23113	2 [216 11663 11665]
108										217 23544 23545

此文首刊于《科学中国人》2001年第8期

图案式筛表与烁轨定理

素数，是数论学科着重探究的重要概念。在中小学教材中通常用“质数”一词。为通俗易懂，本文沿用当今普数习惯的语词。一个自然数，假如在除以 1 和自己之外，除以任何别的自然数所得的商都不是自然数，或者说，它只能写成 1 跟自己相乘的积，而不可能化成另外两个自然数的乘积，这自然数就是质数；反之，它若能化成第三个第四个自然数的乘积，它就不是质数，而称为合数。

自然数中，哪些是质数？这是一个古老的问题。古希腊数学家 Eratosthenes（前 276～前 195）在公元前约 250 年首次提出了“筛去合数选得质数”的方法，世称“Eratosthenes 的筛子”。这筛法的精神实质是，把已知质数用作认识未知质数的工具。只要利用每一种已知质数，把含这质因数的合数全都筛去，筛不去的留下来，水落石出，以往不明了的质数就一个个露出来了。新的质数就这样被筛选出来了。新的已知质数又可以用作探寻更大范围未知质数的新工具。这筛法的伟力在于确立了认识未知领域的可靠动态机制，辗转拓展知识，指向无限。

在新时代发展传统筛法，我提出了两点要求：(1) 使筛选形式更巧妙更直观地利用规律，具有更美的规范。(2) 重视筛选过程的认知价值，使其不仅能显示哪些是筛得的质数，而且还能同时显示，所筛去的合数全都含有什么样的质因数。由此，我在上

世纪七十年代末设计了“图案式筛表。”

在制作“图案式筛表”的过程中，确认了“烁轨定理”：大于5的质数，它们的平方数必具有如下性质：倘若这质数的个位数码是1或9，平方数减1必定是30的整倍数；倘若这质数的个位数码是3或7，平方数加11必定是30的整倍数。

一　千以内自然数的筛表底版

图案式筛表的起步阶段，是建立“千以内自然数的筛表底版”。它的版面特点是：

（一）凡一位的自然数，都不列在这版面内。一位的自然数中质数与合数的分辨，是小学生的常识，不要求这底版表述。

（二）凡含质因数2的合数，即偶数，在这版面里不占位置。

（三）凡含质因数3或5的合数，在这版面里只占空位而不写出数字。占空位有什么用？空位全都完整地保留，就能使每一套“筛花”的平面布局呈现为有规律的美的图案，“筛去合数选得质数”的逻辑思维就能与布置规律性图案的形象思维互相结合。否则，筛表的科学美就将丧失殆尽。留空位而不写数字，可以免除先写数字后划筛线所造成的眼花缭乱。尽管见不到数字，这数字该是什么，仍可依据左右邻格里的数字，推算得知。

（四）表格每一行有15格。这样，就能让各行的空格上下对齐，有字的格子也上下对齐，同一纵列内各数的个位数码全都相同，布局十分整齐。至于由推算得知的空位应有数字，究竟是只含3，只含5，还是兼含两者，辨识方法已在小学教材里讲清，问题不难回答。本版面设计的优点在于能够保证，只要某处空位那数具有哪种性质，整纵列的数就全都具有哪种性质。概括地讲，每行有8个有字的格，7个空格，排列必定符合如下规格：

有有空，有有空，有；空空有有空空，有空。

筛表底版的上述千以内起步段落，共有 33 行。其中，10～100 区间占 3 行，其余每百数区间占 3 行又 5 格。详见附录。

二 以“7 倍筛线”为个案的筛法剖析

现在以上述“千以内自然数的筛表底版”为作业面，把 7 这个质数的整倍数全都划去，从具体实例观察筛法的一般规律。

第一个问题：从哪个数开始划？

答：从 7 的平方数开始划。为什么 7 的 2 倍至 6 倍数就不必划了呢？因为这些数全都含小于 7 的质因数，在尚未着手划含 7 的合数之前，它们已被筛去了，含 2、4、6 的都没占格，含 3、5 的都占格无字。

由此可以了解到一条规律：要筛去含某质因数的合数，只须从它的平方数开始筛。照这工作规程，每个质数的平方数就成为新一套筛花的起始点。为了让这样的一个个起始点醒目，我们给大于 5 的每个质数的平方数都做一个明显标记：在写有这个平方数的格子里描一个“门”字形的粗线框子，下不封口。系统化地做一批“门”字框，烁轨定理就显露出来了。

第二个问题：从平方数开始，哪些格子里的数字是该划去的呢？

答：一边口念

7 — ‖: 1 2 3 4 | 5 6 7 — :‖

无限反复，一边用笔点格子，从左到右，一行点到右端，再从下行左端开始（不管遇到的是有字的格还是空格，都是念一个数点一格），凡是念“7”时点到的格子，都要做划去的记号。

这是原始步法。按照原始步法走过几行之后，自然会观察到，筛线向着左下角的格子延伸，短捷步法口诀可以编成“下一左一”。这句口诀跟原始步法结合，就足以描述“7 倍筛线”的

特征了。所形成的平面布局图案，见附录。

这样的工作规程，可移植到其他质数。例如，要筛去“含质因数 11 的合数”时，就从 11×11＝121 那格开始，一边口念

$\underline{11}$ — ‖: 1 2 3 4 | 5 6 7 8 | 9 $\underline{10}$ $\underline{11}$ — :‖

无限反复，一边用笔点格子，从左到右，一行又一行，凡是念“11”时点到的格子，都要做划去的记号。走过几行之后，观察短捷步法，可编出口诀“下三左一”。这句口诀跟原始步法结合，就足以描述“11 倍筛花”的特征了。其他质数仿此。

第三个问题：怎么能找到图案循环的规律呢?

答：一边照样念数，一边从上到下点格子。念“7”时，仍点平方数 49 那格，接着边念边向下依次点数：

念出的数词	7	1	2	3	4	5	6	7
点到的数字	49	79	109	139	169	199	229	259

念到“7”时点到的“259”，是要划去的。从“259”这格开始，“7 倍筛线”图案就循环了。详见附录。

这样的工作规程，也可移植到其他质数。例如，移植到质数 11，将发现从“451”这格开始，“11 倍筛花”图案就循环了。针对每个质数都能仿此办法找到图案循环节的长度。

按照上述三条工作规程，我们就能给大于 5 的每一个质数建立一套“图案式筛花”，每一套筛花都具有把含相应某质因数的合数尽行筛去的功用。

上述工作规程可转译为计算机运作程序。

三 众多质数“筛花”式样的通盘设计

图案式筛表要求赋予“筛花”新的功能，不仅能表明某自然数不是质数，而且能显示它是由于含哪个质因数而被筛去的。为

此，每一套筛花必须有相应质数的标记。“7 倍筛线”是一个特例，它有独特鲜明的造形个性，是一系列等距离撇向平行线（详见附录），这造形个性就成了它的印记。大于 7 的其他质数，筛花图案都没有这么鲜明的个性，必须设计各自的标记。

现在提出设计方案如下：

（一）该质数的个位数码决定筛花的颜色，1、3、7、9 这四种数码决定红、橙、绿、蓝这四种颜色。但个位数码字样本身并不出现在筛花之内。

（二）该质数的十位、百位、千位数码，构成互相区别的字样，用作筛花以形成图案。

举例如下：

合数所含质因数	筛花所用颜色	筛花所用字样	合数所含质因数	筛花所用颜色	筛花所用字样
11	红	1	191	红	19
13	橙	1	193	橙	19
17	绿	1	197	绿	19
19	蓝	1	199	蓝	19
53	橙	5	2551	红	255
59	蓝	5	2557	绿	255
83	橙	8	4673	橙	467
89	蓝	8	4679	蓝	467

按本方案绘制的图案，所能覆盖的被筛数数值已达亿。大于万的质数，相应筛花的绘制方案可在数字字体变化上下功夫，本文从略。

四　被筛数数值大于千的底版设计

被筛数底版每格内写的数字，两位三位都是合适的，超过三位就不相宜了。那末，当被筛数领域扩大到超过三位时，怎么制作被筛数底版呢？

办法是：把千位数以及更高位的数码写在每张表格之外的左上角和左下角，后随删节号（用3个圆点左右并列表示删略了末三位数码）；而全套被筛数的末三位数码则在表格里按最初建立的版面格式（8纵列填数字，7纵列留空格）详细列出。

要预先制备的“末三位版面格式”只须三种，分别以各自左上角首格的数码花样来称呼。三种格式的特征，列表说明如下：

格式称呼	行数	左上角花样	右上角花样	左下角花样	右下角花样
001	34	001	027 空	991	017 空
011	33	011	037 空	971	997 空
021	33	021	047 空	981	007 空

三种格式的相互衔接，服从如下规律：“001”接“021”接“011”接“001”……

表外高位数码与各表格式的配合关系，服从如下规律：使用“011”格式时，表外左上角和左下角该写的高位数码花样相同；使用其余两种格式时，由于表格底行出现了百位为0的数码花样，表外上下数码花样应当不同，左下角（允许适当右移）数值应比左上角数值大1（实际上是大1000）。

按上述版面设计，图案式筛表的跨数幅度有多大？三种格式互相衔接连成一组跨数三千，十个版面跨数一万，印成一本千页

的书，跨数百万。若要跨数达亿，须印百本千页的书。

巨型“图案式筛表”的制作方法已详述如上。该表著作权归《科学中国人》刊社所有。任何出版社拟出版该表，应事先依法向本刊社办理经济手续。

附录　千以内自然数的筛表底版，“门”字框，7倍筛线（彩色筛花7种尚未标出）

11	13		17	19		23			29	31			37	
41	43		47	49		53			59	61			67	
71	73		77	79		83			89	91			97	
101	103		107	109		113			119	121			127	
131	133		137	139		143			149	151			157	
161	163		167	169		173			179	181			187	
191	193		197	199		203			209	211			217	
221	223		227	229		233			239	241			247	
251	253		257	259		263			269	271			277	
281	283		287	289		293			299	301			307	
311	313		317	319		323			329	331			337	
341	343		347	349		353			359	361			367	
371	373		377	379		383			389	391			397	
401	403		407	409		413			419	421			427	
431	433		437	439		443			449	451			457	
461	463		467	469		473			479	481			487	
491	493		497	499		503			509	511			517	
521	523		527	529		533			539	541			547	
551	553		557	559		563			569	571			577	
581	583		587	589		593			599	601			607	
611	613		617	619		623			629	631			637	
641	643		647	649		653			659	661			667	

（续上表）

671	673		677	679		683			689	691			697	
701	703		707	709		713			719	721			727	
731	733		737	739		743			749	751			757	
761	763		767	769		773			779	781			787	
791	793		797	799		803			809	811			817	
821	823		827	829		833			839	841			847	
851	853		857	859		863			869	871			877	
881	883		887	889		893			899	901			907	
911	913		917	919		923			929	931			937	
941	943		947	949		953			959	961			967	
971	973		977	979		983			989	991			997	

此文首刊于《科学中国人》2001年第7期